

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO VIGAS DE
CONCRETO DE SECCIÓN HUECA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

CESAR DANNY HAROLD BRIONES SAMAME

ASESOR

Ing. OVIDIO SERRANO ZELADA

Chiclayo, 2020

DEDICATORIA

A mis padres,
porque fueron, son y serán la guía que
necesito para lograr mis metas trazadas.

EPÍGRAFE

“No son los títulos los que honran a los hombres,
sino que los hombres honran sus títulos”

- Niccolò Machiavelli -

AGRADECIMIENTO

A mis amigos de la universidad,
porque en ellos encontré una segunda familia, y por qué
me brindaron su ayuda de manera desinteresada cuando lo necesité.

RESUMEN

Según la hipótesis de Charles S. Whitney, los esfuerzos a flexión soportados por el concreto, solo serán efectivos en el extremo superior de la viga, ya que el extremo inferior se considera agrietado. Se diseñaron tres edificaciones con vigas de sección convencional, vigas de sección hueca rectangular y vigas huecas circulares; para lograr las vigas de sección hueca se ha empleado materiales que servirán como encofrado perdido, estos materiales son: Poliestireno Expandido (EPS) y tubos de PVC, respectivamente. La presente tesis tuvo como objetivo general determinar la influencia del empleo de vigas de concreto de sección hueca en edificios que se desarrollan en la provincia de Chiclayo. De acuerdo a los resultados obtenidos, el empleo de vigas huecas rectangulares (V.HR) mejora el comportamiento sísmico de las estructuras de manera más eficaz que las vigas de sección hueca circular (V.HC), y estas a su vez tienen mejor comportamiento comparadas con las vigas de sección llena (V.LL). Las vigas huecas disminuyen tanto en peso sísmico, desplazamientos laterales, fuerzas sísmicas y contaminación ambiental; sin embargo, económicamente implicarán un aumento en la especialidad de estructuras de 1.08% para vigas huecas rectangulares (V.HR) y 1.91% para vigas huecas circulares (V.HC). En donde la variación de precios corresponde principalmente al empleo de encofrados perdidos. Además, se observó que el núcleo interior de vigas de concreto no contribuye substancialmente a la resistencia a la torsión de la pieza después de producido el agrietamiento.

Palabras clave: Análisis estructural, deformación, diseño, diseño estructural, flexión, vigas.

ABSTRACT

According to Charles S. Whitney's hypothesis, the bending efforts supported by concrete will only be effective at the upper end of the beam, as the lower end will be considered cracked. Three buildings were designed with conventional section beams, rectangular hollow section beams, and circular hollow beams; to achieve the hollow section beams has been used materials that will serve as lost formwork, these materials are: Expanded Polystyrene (EPS) and PVC pipes, respectively. The general objective of this thesis was to determine the influence of the use of hollow section concrete beams in buildings that developed in The Province of Chiclayo, according to the results obtained, the use of rectangular hollow beams (V.HR) improves the seismic behavior of structures more effectively than circular hollow section (V.HC) beams, and these in turn have better behavior compared to the full section beams (V.L). Thus the hollow beams decrease in both seismic weight, lateral displacements, seismic forces and environmental contamination; however, economically they will imply an increase in the specialty of structures of 1.08% for rectangular hollow beams (V.HR) and 1.91% for circular hollow beams (V.HC). Where the price variation is mainly due to the use of lost formwork. In addition, it was noted that the inner core of concrete beams does not contribute substantially to the torsional resistance of the part after the cracking has been produced.

Keywords: Structural analysis, deformation, design, structural design, bending, beam.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	ANTECEDENTES	5
2.2.	BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS	6
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	47
3.2.	PROCEDIMIENTOS.....	50
3.2.1.	Análisis de diseño de vigas	18
3.2.2.	Análisis comparativo según tipo de vigas	56
3.2.3.	Estudio de mecánica de suelos	57
3.2.4.	Análisis económico	58
3.2.5.	Análisis de impacto ambiental de los materiales.....	58
IV.	RESULTADOS	59
V.	DISCUSIÓN	77
5.1.	ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS	77
5.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO SEGÚN TIPO DE VIGAS.....	83
5.3.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	87
5.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO	90
5.5.	ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES	94
VI.	CONCLUSIONES.....	96
VII.	RECOMENDACIONES.....	99
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
IX.	ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Edificios con el tipo de vigas analizada.	57
Cuadro 2: Emisiones de CO ₂ por kg de material.....	35
Cuadro 3: Uso de agua Vs Huella de carbono en la producción primaria.	37
Cuadro 4: Resumen de Resultados.	59
Cuadro 5: Resumen del promedio de comparaciones según tipo de viga.	60
Cuadro 6: Comparación de envolventes de acuerdo al tipo de viga.	61
Cuadro 7: Comparación de envolventes en la base de acuerdo al tipo de viga.....	62
Cuadro 8: Equivalencias de secciones de vigas.	63
Cuadro 9: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. A.....	64
Cuadro 10: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. A.....	64
Cuadro 11: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. A.....	65
Cuadro 12: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. A.....	65
Cuadro 13: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. B.....	66
Cuadro 14: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. B.....	66
Cuadro 15: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. B.....	67
Cuadro 16: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. B.....	67
Cuadro 17: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. C.....	68
Cuadro 18: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. C.....	68
Cuadro 19: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. C.....	69
Cuadro 20: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. C.....	69
Cuadro 21: Resumen EMS – A.....	70
Cuadro 22: Resumen EMS – B.....	70
Cuadro 23: Resumen EMS – C.....	71
Cuadro 24: Análisis económico del Edificio A - JLO.....	72
Cuadro 25: Costo directo según tipo de viga - Edif. A.....	72
Cuadro 26: Análisis económico del Edificio B - BRISAS.....	73
Cuadro 27: Costo directo según tipo de viga - Edif. B.....	73
Cuadro 28: Análisis económico del Edificio C – VICTORIA.....	74
Cuadro 29: Costo directo según tipo de viga - Edif. B.....	74
Cuadro 30: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. A.....	75
Cuadro 31: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. B.....	76
Cuadro 32: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. C.....	76

Cuadro 33: Corrección por tipo de martillo y procedimiento - SPT	87
Cuadro 34: Corrección por longitud de barras - SPT	88
Cuadro 35: Corrección por tomamuestras - SPT.....	88
Cuadro 36: Corrección por diámetro de perforación - SPT	88
Cuadro 37: Formulas para hallar la capacidad portante – SPT	89
Cuadro 38: Requisitos para concreto expuesto a sulfatos	90

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Método de Charles S. Whitney	1
Imagen 2: Variación de los esfuerzos y deformaciones con el incremento del momento aplicado.	2
Imagen 3: Comportamiento de vigas de concreto reforzado ante carga creciente.	3
Imagen 4: Tipo de viga (h =peralte de viga)	7
Imagen 5: Comportamiento de una viga (Flexión)	9
Imagen 6: Comportamiento de vigas de concreto ante carga creciente.	11
Imagen 7: Distribución de esfuerzos en el concreto en compresión de la viga.	14
Imagen 8: Carga última.	15
Imagen 9: Algunas formas posibles de la distribución de esfuerzos.	16
Imagen 10: Ubicación de las fuerzas C y T.	16
Imagen 11: Idealización de viga con sección hueca.	51
Imagen 12: Tipos de encofrados perdidos a emplear.	51
Imagen 13: Ubicación del encofrado perdido en las vigas.	52
Imagen 14: Detalle de caballete de 3/8"	52
Imagen 15: Isométrico de viga hueca rectangular.	53
Imagen 16: Isométrico de viga hueca circular.	53
Imagen 17: Dimensiones de “a” en viga hueca rectangular.	54
Imagen 18: Dimensiones de “a” en viga hueca circular.	55
Imagen 19: Sección equivalente de distribución de esfuerzos propuesto por Whitney.	18
Imagen 20: Diagrama de fuerza cortante para diseño de viga	21
Imagen 21: Mecanismo de resistencia al corte en los extremos.	22
Imagen 22: Torsión de equilibrio.	23
Imagen 23: Torsión de compatibilidad.	25
Imagen 24: Falla que se suele presentar en estribos con ganchos a 90°	27
Imagen 25: Valores de A_{oh}	29
Imagen 26: Ancho efectivo de vigas T.	30
Imagen 27: Posiciones del eje neutro.	31
Imagen 28: Reacción de compresión en apoyo.	77
Imagen 29: Ubicación de la viga con sección hueca.	78
Imagen 30: Ubicación de la viga con sección hueca.	78
Imagen 31: Distribución de esfuerzos de corte.	79

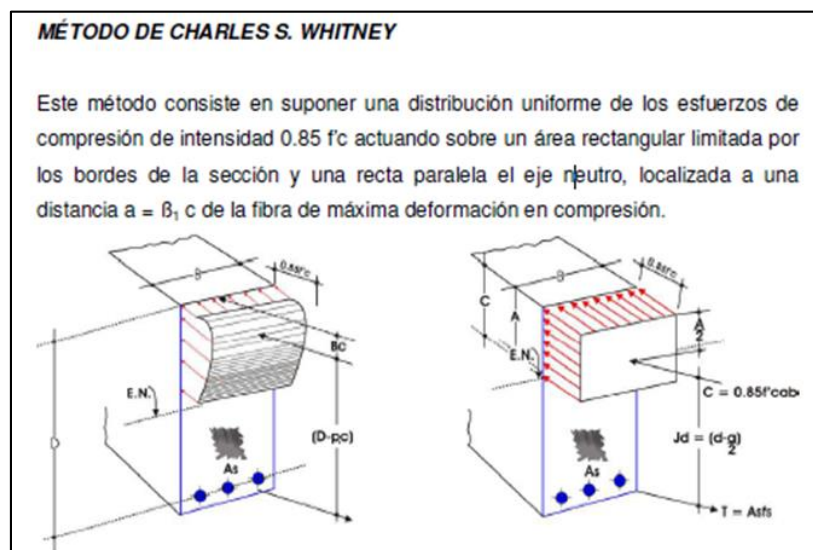
Imagen 32: Esfuerzos en viga hueca.	80
Imagen 33: Esfuerzos en viga sólida.	80
Imagen 34: Armadura espacial imaginaria.	81
Imagen 35: Resistencia a la torsión de secciones sólidas y huecas.	82
Imagen 36: Flujo de corte en sección hueca.	82
Imagen 37: Rigidez lateral de un pórtico simple.	85

I. INTRODUCCIÓN

A medida que conocemos mejor el comportamiento de los materiales de construcción, se mejora de manera progresiva el diseño de las estructuras para hacer más eficiente el uso de los materiales y así mejorar el comportamiento de las estructuras. [1]

Para realizar el diseño por flexión en vigas, según la hipótesis básica presentada en la sección 10.2 del código del ACI-318, la distribución real de esfuerzos en la sección tiene una forma parabólica, Whitney propuso que esta forma real sea asumida como un bloque rectangular (Imagen 1).

Imagen 1: Método de Charles S. Whitney

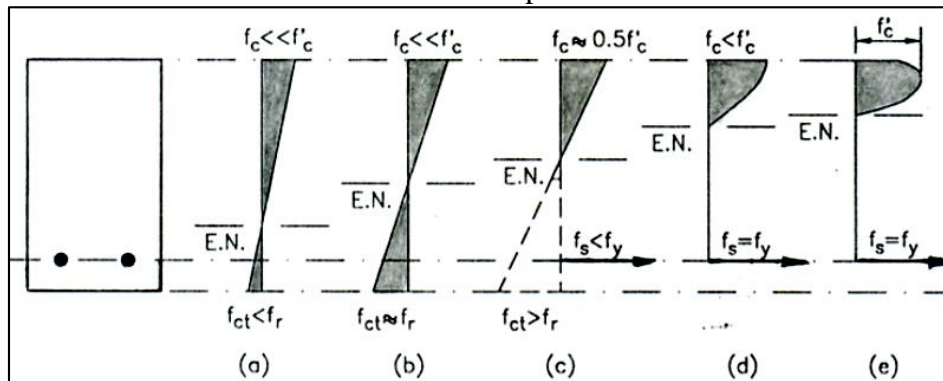


Fuente: Elementos de concreto reforzado, conforme al ACI 318 04, 2006.

Como se aprecia en la Imagen 2 la sección de viga que soporta los esfuerzos, presentes en el diseño a flexión, solo es una parte de la totalidad del área transversal del concreto, ya que por debajo del eje neutro se le considera un elemento fisurado (Imagen 3-d), es decir que no soporta ningún esfuerzo. Al analizar el gráfico y las fórmulas de diseño por flexión, se observa que de toda el área neta solo un porcentaje es el que resiste los esfuerzos de diseño, por lo tanto, el resto de concreto que se encuentra presente no realiza ningún aporte a la flexión.

El empleo de vigas de sección hueca en edificaciones no es muy estudiado, se carece del conocimiento del comportamiento estructural de las edificaciones que tengan dichas vigas, al estudiar las teorías de diseño actuales vemos que se podría emplear vigas de sección hueca, pero hasta el momento no se han realizado investigaciones similares.

Imagen 2: Variación de los esfuerzos y deformaciones con el incremento del momento aplicado.



Fuente: A. Nilson, Diseño de estructuras de concreto, Colombia: Mc Graw Hill, 2011.

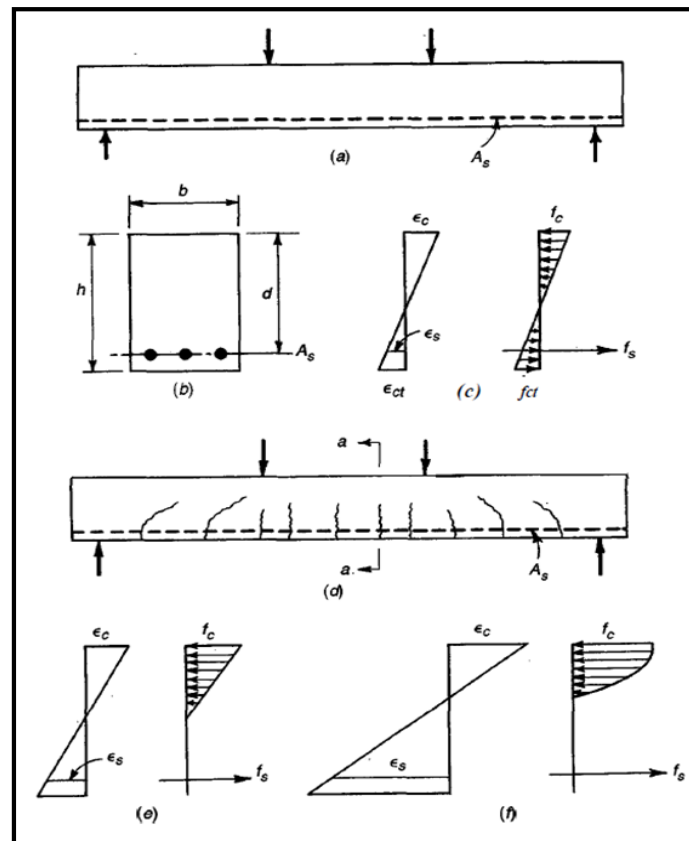
De acuerdo con todo lo mencionado el empleo actual de vigas de sección llena (sección convencional) implica un uso poco eficiente de los materiales, que acarrea distintos problemas tanto económicos como ambientales, pero distintamente de estos factores se encuentra el comportamiento estructural, ya que mientras más peso tenga el edificio su fuerza de inercia ante los sismos aumentará, es decir estará en proporción directa. Los beneficios que nos proporcionará el empleo de vigas de concreto de sección hueca fueron evaluados y analizados en el desarrollo de la presente investigación.

Más que una búsqueda por resolver los problemas propuestos, la solución se inclina hacia el desarrollo de una metodología poco convencional, para la implementación de sistemas constructivos versátiles, que garanticen el correcto funcionamiento de la estructura llevándolo a un grado más eficaz ya que se requerirá de menos material para soportar los esfuerzos involucrados en el comportamiento dinámico; y también se logrará un mejor comportamiento como estructura antisísmica, mediante el empleo de vigas de sección hueca.

De acuerdo con la problemática existente, se plantea como solución a estas dificultades, la construcción de edificios con vigas de sección hueca, ya que estos proporcionarán diversos beneficios que conseguirán optimizar las estructuras. Dichas justificaciones se mencionan a continuación.

Aspecto científico. Se ampliarán conocimientos, criterios para el análisis y diseño de elementos a flexión, empleando las diversas conclusiones que propuso Charles S. Whitney; en este caso se aplicarán dichas conclusiones en las vigas presentes en las edificaciones para lograr obtener un resultado más eficiente.

Imagen 3: Comportamiento de vigas de concreto reforzado ante carga creciente.



Fuente: A. Nilson, Diseño de estructuras de concreto, Colombia: Mc Graw Hill, 2011.

Aspecto estructural. Cuando se somete una construcción a movimiento horizontal del terreno, se generan fuerzas laterales: Fuerzas de inercia o fuerzas sísmicas. Las fuerzas a la que se somete la estructura dependen de su masa y de su altura; mientras más peso en la parte superior mayor es la fuerza lateral que se generará en la construcción. [2]

Al emplear vigas de sección hueca el peso del edificio descenderá, esto tendrá un efecto positivo frente a un evento extraordinario como son los sismos ya que a menor masa menor es la fuerza de inercia con que reacciona el edificio.

Aspecto socioeconómico. El presente proyecto logrará brindar información necesaria para un posible elemento estructural con una sección distinta a la usada en la actualidad, que podría ser empelado en un futuro como elemento prefabricado que ayude a minorar el uso del concreto de preparación in situ, así como todas las materias primas que se emplean para su diseño. Esto logrará reducir los precios de la construcción de edificios, consiguiendo una adecuada oferta de comercialización en el campo de empresas inmobiliarias, asimismo al reducir los costos de las viviendas unifamiliares y multifamiliares se logrará que las familias tengan más oportunidad a contar con una casa propia.

Aspecto ambiental. El correcto análisis y diseño óptimo de la infraestructura de las edificaciones traerá como consecuencia la reducción de empleo de concreto; al reducir este elemento se logrará minimizar el uso de agregados vírgenes que a su vez llevarán a un menor empleo de maquinarias necesarias para la extracción de dichos minerales, esto conducirá a una mejora en el medio ambiente debido a que se mitigará la contaminación producida con dichas máquinas y también se obtendrá la preservación del medio ambiente ya que se explotarán los recursos en menor cantidad. [3]

Aspecto técnico. Para lograr que el proceso constructivo sea el adecuado se tendrá que capacitar al personal, esto traerá como consecuencia que los obreros adquieran más conocimientos técnicos que mejorarán la capacidad de producción en los diversos campos de la construcción, alcanzando niveles de calidad más elevados en comparación con los que se tienen en la actualidad.

La presente tesis tuvo como objetivo general determinar la influencia del empleo de vigas de concreto de sección hueca en edificios que se desarrollarán en la provincia de Chiclayo. Así mismo, tuvo como objetivos específicos analizar las bases teóricas y científicas del diseño estructural por flexión, corte y torsión en vigas; además de diseñar todas las vigas de concreto, de secciones convencionales y vigas de concreto de secciones huecas, de las edificaciones en estudio; realizar el análisis comparativo entre los edificios con vigas de concreto de secciones convencionales y edificios con vigas de secciones huecas; realizar el estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de determinar y definir los parámetros de diseño; evaluar la diferencia de costos al emplear vigas de concreto de sección llena con vigas de sección hueca; analizar el impacto ambiental de los materiales nuevos a incorporar para generar las vigas de sección hueca.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se han diseñado tres edificaciones con vigas de sección convencional y vigas de sección hueca, ubicadas en la provincia de Chiclayo, contando con el permiso correspondiente de los propietarios para realizar los diferentes estudios de suelos que se requieren para el correcto diseño estructural, así como los planos arquitectónicos aprobados por la Municipalidad Provincial De Chiclayo, dichas edificaciones se localizan en tres puntos distintos de la provincia de Chiclayo, esto es para asegurar que se encuentren suelos distintos y se pueda realizar una investigación más detallada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

T. Amaya Astudillo «Análisis del comportamiento y aplicación de losas Bubbledeck» Tesis de Titulación de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2015.

En este proyecto se realizó un análisis estructural de primer orden del comportamiento de losas bubbledeck y la aplicación de este sistema comparado con sistemas de losas alivianadas. Los puntos que se analizaron fueron: la distribución interna de esfuerzos en losas bubbledeck, los efectos producidos al utilizar este sistema de losas en los rangos de aplicación especificados para cada caso de losas bubbledeck y una comparación entre la aplicación de este sistema de losas y sistemas de losas alivianadas en estructuras de edificios de hasta 4 pisos. Los modelos se realizaron en el programa SAP2000, para el análisis de la distribución interna de esfuerzos se modelaron estructuras de losas con la inclusión de esferas de polietileno de alta densidad; para el análisis de losas bubbledeck en los rangos de aplicación, se modelaron los diferentes tipos de losas bubbledeck con las dimensiones especificadas para cada caso y para el análisis comparativo entre losas bubbledeck y losas alivianadas, se modelaron estructuras de edificios que utilicen ambos sistemas de losas. Como resultados se obtuvieron los valores de esfuerzos y la distribución de los mismos dentro de una losa bubbledeck tomando en cuenta la presencia de esferas de polietileno, también se obtuvo las deflexiones producidas en cada tipo de losa bubbledeck y finalmente una comparación técnica y económica de los efectos de utilizar losas bubbledeck y losas alivianadas en edificios de hasta 4 pisos. [4]

A. Romero Martínez «Evolución de los métodos de cálculo en las estructuras diseñadas con pórticos de concreto armado para edificios en el área norte de Latinoamérica» Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 2013.

Presenta el estudio e investigación de la evolución de las teorías y métodos de cálculo aceptados como generalizados o frecuentes en la construcción de edificios. Hace referencia al bloque rectangular de compresión y al método del momento tope, como simplificaciones en el cálculo de secciones de piezas estructurales. También estudia el desarrollo y evolución de las teorías clásica y plástica, y hace una evaluación comparativa de cada uno de los métodos destacando sus ventajas y desventajas. Del mismo modo se presenta el desarrollo alcanzado en las últimas décadas en el campo del análisis sísmico. Se comenta la influencia que ejercen los métodos de análisis de estructuras en la determinación de los factores de seguridad, ya que, de la exactitud del método depende la fiabilidad de los resultados. [5]

M. A. Romero «Diseño estructural y comparación de una edificación multifamiliar de seis niveles usando vigas peraltadas convencionales y vigas preesforzadas en diversos ambientes,» Tesis de titulación de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2015.

Resolvió una edificación multifamiliar completamente a nivel estructural. Además, se muestra el caso en donde la presencia de vigas de un peralte mayor de la losa aligerada se es poco estético en ambientes sociales, pero de gran importancia a nivel estructural y la solución ingenieril de este caso. Asimismo, llega a una compatibilización de todas especialidades comprendidas en el proyecto y, es por ello, que el uso de vigas preesforzadas en edificaciones multifamiliares fue de gran ayuda en la estructuración. Finalmente, hizo una comparación en cuanto a diseño y cálculo de una estructura con vigas peraltadas de concreto armado en su totalidad y, por otro lado, la combinación de vigas peraltadas y el uso de vigas postensadas. [6]

2.2. Bases teóricas científicas

Las bases teóricas necesarias que se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto son:

2.2.1. Estructura

La estructura es la parte del edificio cuyo cometido es sostener todas las partes citadas y asegurar que éste sea estable físicamente y que esta estabilidad se mantenga a lo largo del tiempo, todo ello dentro de unos límites razonables. [7]

Así, la estructura de un edificio constará generalmente de los siguientes elementos:

- La cimentación, que es el conjunto de elementos que hace posible que el edificio descansa en el suelo, para que este apoyo sea estable y duradero.
- Los elementos verticales que se apoyan en la cimentación y reciben las cargas de las distintas plantas, los hay de distintos tipos; así tenemos los pilares y columnas, que son elementos lineales, y los denominados muros de carga, que son elementos planos que sirven como elemento estructural y a su vez como cerramiento o partición.
- Los forjados y las losas, que son elementos planos sensiblemente horizontales o a veces deliberadamente inclinados que a su vez se apoyan en muros o pilares.
- La distinción entre los términos forjado y losa es sutil y responde a la estructura interior de los mismos; así, se considera losa a un elemento absolutamente macizo y uniforme, mientras que un forjado posee una estructura interna a modo de nervios que permite aligerarlo.

- Su uso es muy variado, pudiendo servir para conformar los siguientes elementos:
 - La cubierta del edificio.
 - Los elementos fijos de circulación interior (escaleras y rampas).
 - El suelo de cada una de las plantas.

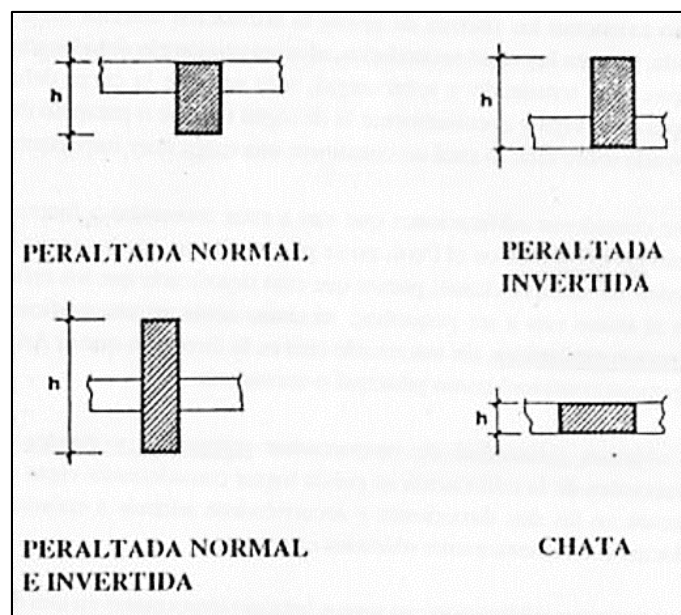
2.2.2. Elementos estructurales

Los elementos estructurales principales de toda edificación son las losas, vigas, columnas, muros o placas, escaleras y la cimentación.

2.2.2.1. Vigas

Son los elementos que reciben la carga de las losas y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros.

Imagen 4: Tipo de viga (h =peralte de viga)



Fuente: A. Blanco Blasco, Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, Lima, 1995.

Generalmente las vigas forman los denominados ejes de la estructura, teniendo las columnas ubicadas en sus intersecciones. El conjunto formado por las vigas y las columnas recibe el nombre de pórticos. Las vigas tienen la función sísmica de constituir junto con las columnas y muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo y proporcionar rigidez lateral. [8]

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas dependiendo de su altura o peralte; se denomina viga peraltada aquella que tiene una altura mayor al espesor del techo, y por lo tanto es visible. Las vigas peraltadas pueden ser invertidas, cuando sobresalen hacia la parte superior de la losa.

El comportamiento de una viga peraltada normal y el de una peraltada invertida (del mismo peralte) es idéntico en cuanto a rigidez y resistencia, y solo es diferente en cuanto a los esfuerzos internos de su ala, por tener una carga apoyada sobre ella, y la otra la carga colgada de ella. [8]

Las diferencias entre una viga peraltada y una viga chata sí son notorias, puesto que comprenden no sólo su capacidad resistente por flexión y cortante, sino su capacidad de deformación (rigidez o flexibilidad). Es obvio que una viga peraltada se deformará menos y tendrá mayor capacidad resistente que una viga chata, debido a su mayor inercia y su mayor brazo de palanca interno.

El comportamiento en flexión de una viga origina esfuerzos de compresión y tracción. Estas fuerzas internas estarán espaciadas una cierta distancia, que será mayor mientras mayor sea el peralte de la viga.

En la Imagen 5, se observa una viga simplemente apoyada sometida a una carga uniformemente repartida; al deformarse por acción de las cargas, se producen tracciones en la zona inferior y compresiones en la zona superior, siendo máximas en la zona central de la luz (máximo momento flector). Como el momento actuante no depende del peralte de la viga, sino de las cargas actuantes y de la luz, y el momento resistente debe de ser igual o mayor al actuante, mientras menor sea el peralte, mayores serán los esfuerzos de compresión y/o tracción que se producirán en la viga; basta recordar que el momento resistente es igual al producto de la fuerza por la distancia y que, si la distancia es muy pequeña la fuerza deberá ser muy grande para llegar a obtener el momento requerido.

El problema de la deformación también depende en forma muy importante del peralte, debido a que la deflexión de una viga es inversamente proporcional a la inercia (momento de inercia) de la sección, y esta depende del cubo del peralte.

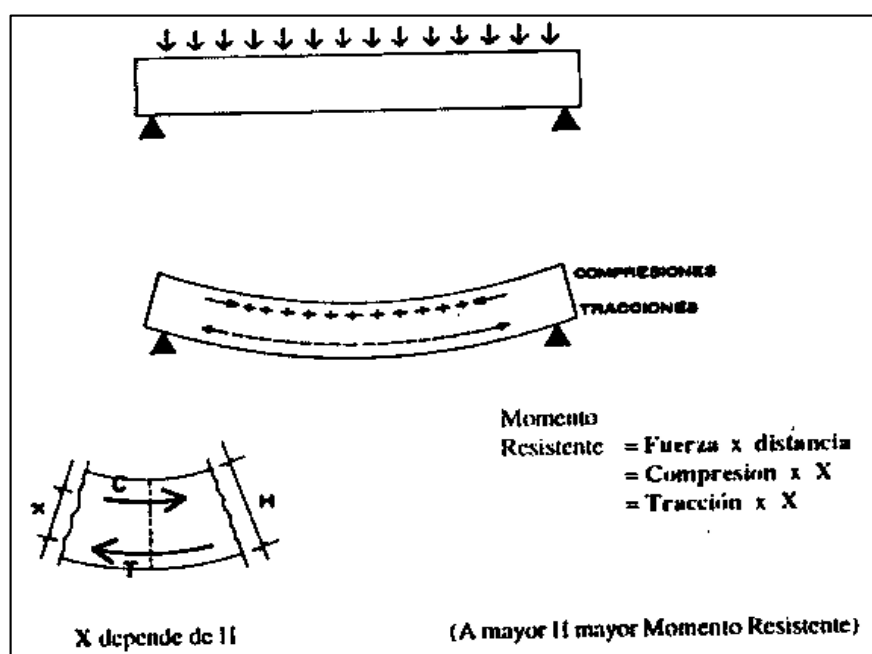
De todo lo indicado anteriormente se puede concluir que es difícil poder recurrir a vigas chatas cuando los esfuerzos actuantes son considerables. Es bastante difundido el concepto que las vigas peraltadas deben usarse en los denominados pórticos principales y que las vigas chatas pueden usarse en las secundarias. [8]

Si no existieran las fuerzas de sismo la afirmación anterior sería totalmente válida; pues en las vigas secundarias, al no existir cargas debidas a la losa (peso propio, piso terminado y sobrecarga), sólo se tiene la carga debida al peso propio de la viga y eventualmente la de algún tabique o parapeto directamente apoyado sobre ella, lo cual no constituye una carga muy importante. [8]

Si se consideran edificaciones que van a estar sometidas a fuerzas de sismo, como las existentes en el Perú, no se puede afirmar que las vigas secundarias pueden ser siempre chatas, puesto que esto significaría que los esfuerzos debidos al sismo van a ser pequeños; el sismo actúa en una edificación en una dirección cualquiera, sin interesarle cual es la dirección que el arquitecto o el ingeniero consideró como principal o secundaria.

El objetivo primordial de proporcionar resistencia y rigidez en las dos direcciones de la edificación se puede lograr considerando vigas de adecuada sección en las dos direcciones y recurriéndose además a columnas y muros (placas) convenientemente ubicadas en planta. [8]

Imagen 5: Comportamiento de una viga (Flexión)



Fuente: A. Blanco Blasco, Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, Lima: CIP, 1995.

En algunos países es común estructurar considerando losas sin vigas, recurriéndose a ensanches de columnas denominados capiteles, o ensanches de losas denominados ábacos; en los últimos sismos ocurridos en México y El Salvador, se tienen varios casos de este tipo de edificaciones con fallas que han llegado al colapso total, debido a la falta de rigidez lateral de este tipo de estructuras y por su falta de resistencia debido a su poco peralte. [8]

Las estructuras conformadas por losas sin vigas podrán usarse recurriendo a muros importantes en determinados ejes, de modo tal de lograr rigidez y resistencia sísmica mediante estos elementos ubicados en las dos direcciones del edificio.

2.2.2.1.1. Comportamiento de vigas de concreto reforzado

Las vigas de concreto simple son inefficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión en flexión (módulo de rotura) es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión.

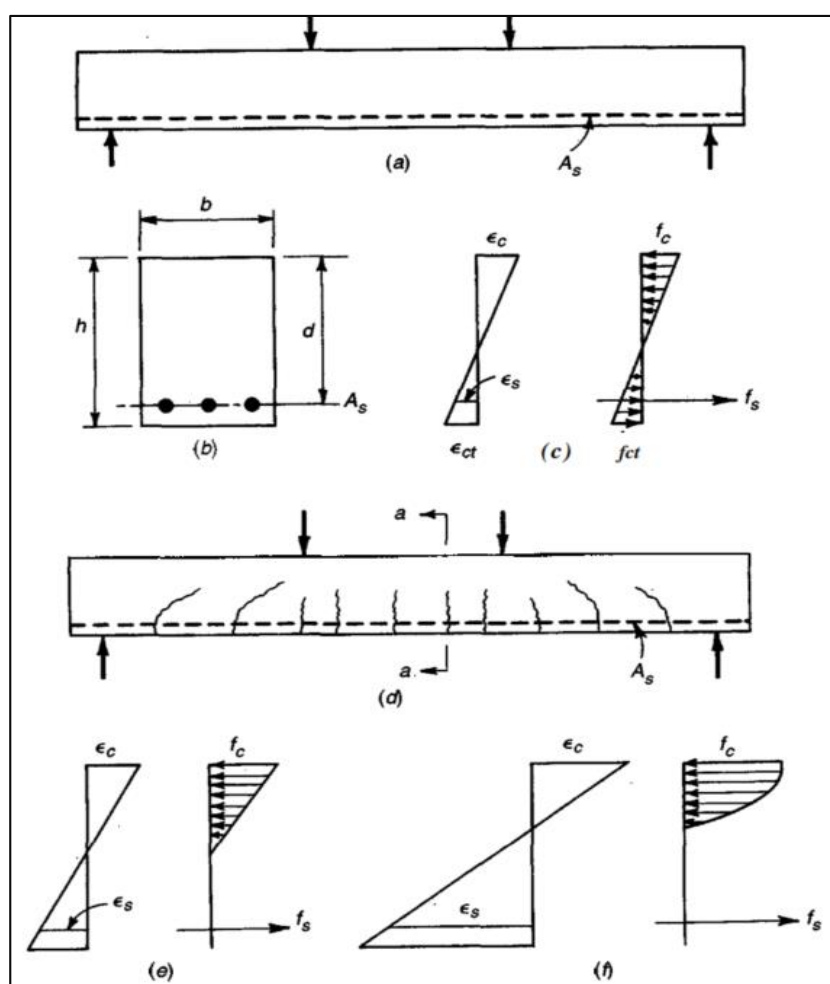
En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tensión tan cerca como sea posible del extremo de la fibra sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión. En una viga de concreto así reforzada, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo la compresión correspondiente. Esta acción conjunta de los dos materiales se garantiza si se impide su deslizamiento relativo, lo que logra mediante la utilización de barras corrugadas con su alta resistencia por adherencia en la interface acero-concreto y, si es necesario, mediante anclajes especiales en los extremos de las barras. En la Imagen 6 se presenta un ejemplo sencillo de una viga reforzada de esta manera y se indica la nomenclatura usual para las dimensiones de la sección transversal. Para simplificar, el análisis que sigue se relaciona únicamente con vigas de sección transversal rectangular, aunque en la mayor parte de las estructuras de concreto son muy comunes los elementos con otras formas. [1]

Cuando la carga en dicha viga se incrementa de modo gradual desde cero hasta la magnitud que producirá su falla, claramente pueden distinguirse diferentes estados en su comportamiento. Para cargas bajas, mientras que el máximo esfuerzo de tensión en el concreto sea menor que el módulo de rotura, todo el concreto resulta efectivo para resistir los esfuerzos de compresión a un lado y de tensión al otro costado del eje neutro. Además, el refuerzo, que deforma la misma cantidad que el concreto adyacente, también está sometido a esfuerzos de tensión. En esta etapa, todos los esfuerzos en el concreto son de pequeña magnitud y proporcionales a las deformaciones. La distribución de las deformaciones unitarias y de los esfuerzos en el acero y en el concreto en la altura de la sección aparece en la Imagen 6-c. [1]

Cuando la carga se aumenta un poco más, pronto se alcanza la resistencia a la tensión del concreto y en esta etapa se desarrollan las grietas de tensión. Éstas se propagan con rapidez hacia arriba y muy cerca del nivel del plano neutro, que a su vez se desplaza hacia arriba con agrietamiento progresivo. La forma general y la distribución de estas grietas de tensión aparecen en la Imagen 6-d. En vigas bien diseñadas la amplitud de estas grietas es tan pequeña (grietas capilares) que no tienen objeción desde el punto de vista de la protección contra la corrosión o

de la apariencia. Su presencia, sin embargo, afecta profundamente el comportamiento de la viga sometida a carga. Evidentemente, en una sección fisurada, es decir, en una sección transversal localizada en una grieta como la sección a-a en la Imagen 6-d, el concreto no transmite ningún esfuerzo de tensión; de ahí que, al igual que en los elementos sometidos a tensión, al acero le corresponde resistir toda la tensión. Para cargas moderadas, si el esfuerzo en el concreto no excede aproximadamente $f'_c/2$, los esfuerzos y las deformaciones unitarias continúan siendo proporcionales. La distribución de deformaciones unitarias y esfuerzos en la sección fisurada o cerca de ella es, en consecuencia, la que aparece en la Imagen 6. [1]

Imagen 6: Comportamiento de vigas de concreto ante carga creciente.



Fuente: A. Nilson, Diseño de estructuras de concreto, Colombia: Mc Graw Hill, 2011.

Cuando la carga se incrementa aún más, el esfuerzo y las deformaciones aumentan en forma correspondiente y desaparece la proporcionalidad. La relación no lineal entre esfuerzos y deformaciones unitarias que sigue es la determinada por la curva esfuerzo-deformación unitaria

del concreto. Por consiguiente, al igual que en vigas homogéneas, la distribución de los esfuerzos en el concreto en el lado de compresión de la viga, tiene la misma forma que la curva esfuerzo-deformación unitaria. La Imagen 6-f señala la distribución de esfuerzos y deformaciones unitarias cerca de la carga última. [1]

En algún momento se alcanza la capacidad de carga de la viga. La falla se puede presentar de dos maneras. Cuando se emplea una cantidad de refuerzo relativamente moderada, el acero alcanza su punto de fluencia con determinado valor para la carga. Para este esfuerzo, el acero de refuerzo fluye en forma súbita y se alarga de manera considerable, entonces las grietas de tensión en el concreto se ensanchan de manera visible y se propagan hacia arriba, presentándose simultáneamente una deflexión significativa de la viga. Cuando esto ocurre, las deformaciones unitarias en la zona de compresión restante del concreto se incrementan hasta tal punto que sobreviene el aplastamiento del concreto, o sea una falla por compresión secundaria con una carga sólo ligeramente superior que la carga que causó la fluencia en el acero. En consecuencia, la realización efectiva del punto de fluencia en el acero determina la capacidad de carga de las vigas moderadamente reforzadas. Esta falla por fluencia es gradual y está precedida por signos visibles de peligro, como el ensanchamiento y alargamiento de las grietas y el aumento notorio en la deflexión. [1]

De otra parte, si se emplean grandes cantidades de refuerzo o cantidades normales de acero de muy alta resistencia, la resistencia a la compresión del concreto puede agotarse antes de que el acero comience a fluir. El concreto falla por aplastamiento cuando las deformaciones unitarias son tan grandes que destruyen su integridad. Todavía no se conocen las razones para la presencia de este tipo de falla, pero se ha observado que las vigas rectangulares fallan en compresión cuando el concreto alcanza valores de deformación unitaria del orden de 0.003 a 0.004. La falla por compresión debida al aplastamiento del concreto es repentina, de naturaleza casi explosiva y ocurre sin ningún aviso. Por esta razón, es aconsejable calcular las dimensiones de las vigas de tal manera que, si se sobrecargan, la falla se inicie por fluencia del acero en vez del aplastamiento del concreto. [1]

2.2.2.1.2. Hipótesis básicas para el estudio de elementos sometidos a flexión según el código del ACI

Las hipótesis básicas para el análisis y diseño de elementos sometidos a flexión se presentan en la sección 10.2 del código y son las siguientes:

- Las deformaciones en concreto y refuerzo son directamente proporcionales a su distancia al eje neutro de la sección excepto para vigas de gran peralte para las cuales se asumirá una

distribución no lineal de deformaciones. Esta suposición ha sido confirmada experimentalmente y es fundamental para la determinación de los esfuerzos en el refuerzo, tanto a tensión como a compresión.

- El concreto falla al alcanzar una deformación unitaria última de 0.003. En laboratorio, se ha obtenido deformaciones superiores a 0.008 bajo condiciones especiales. Sin embargo, para concretos normales éstas varían entre 0.003 y 0.004.
- El esfuerzo en el acero antes de alcanzar la fluencia es igual al producto de su módulo de elasticidad por su deformación unitaria. Para deformaciones mayores a la de fluencia, el esfuerzo en el refuerzo será independiente de la deformación e igual a f_y . Esta hipótesis refleja el modelo elasto-plástico de la curva esfuerzo-deformación del acero que asume el código del ACI.
- La resistencia a la tensión del concreto es despreciada.
- La distribución de los esfuerzos de compresión en la sección de concreto será asumida de modo que sea coherente con los resultados obtenidos en los ensayos. Esta hipótesis reconoce la naturaleza inelástica del comportamiento del concreto.
- Los requerimientos del punto anterior son satisfechos por la distribución rectangular de esfuerzos, propuesta por Whitney, cuyas características se muestran en la Imagen 7. El valor de β_1 , es 0.85 si la resistencia del concreto es menor que 280 kg/cm². Si este no es el caso, β_1 , disminuirá en 0.05 por cada incremento de 70 kg/cm² en la resistencia del concreto. En ningún caso β_1 , será menor que 0.65, pues los ensayos han demostrado que para concretos de alta resistencia una reducción excesiva de β_1 , conlleva a diseños poco conservadores. La resultante de la distribución rectangular de esfuerzos propuesta por Whitney coincide con la resultante de la distribución no lineal de esfuerzos.
-

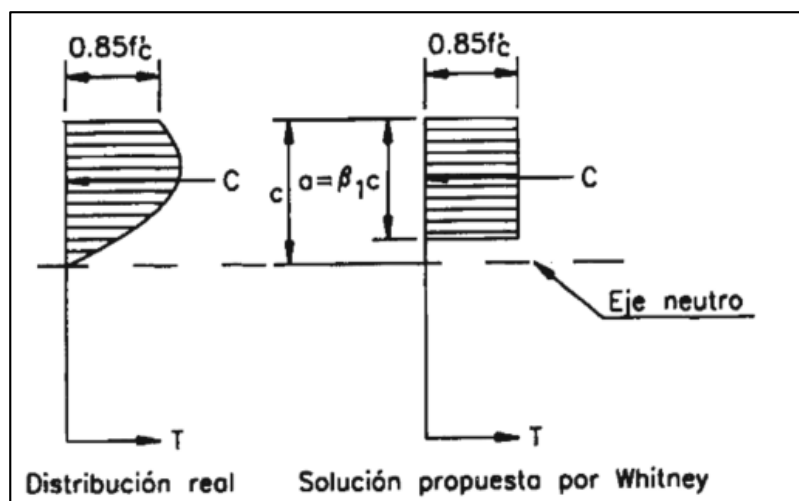
2.2.2.1.3. Distribución rectangular equivalente de esfuerzos

Las pruebas de vigas de concreto reforzado confirman que las deformaciones unitarias varían en proporción a las distancias del eje neutro, aun en los lados de tensión y aun en la cercanía de cargas últimas. [9]

Los esfuerzos de compresión varían aproximadamente en forma lineal hasta que el esfuerzo máximo es igual a aproximadamente 0.50 f'_c . Sin embargo, éste no es el caso cuando los esfuerzos son mayores. Cuando se alcanza la carga última, las variaciones de las deformaciones unitarias y de los esfuerzos son aproximadamente como se muestra en la Imagen 8. [9]

Los esfuerzos de compresión varían desde cero en el eje neutro hasta un valor máximo en la fibra extrema o cerca de ella. La variación real del esfuerzo y la posición real del eje neutro varían de viga en viga dependiendo de variables tales como la magnitud y el historial de las cargas pasadas, de la contracción y el revenimiento del concreto, del tamaño y la separación de las grietas de tensión, de la rapidez de carga, etcétera. [9]

Imagen 7: Distribución de esfuerzos en el concreto en compresión de la viga.



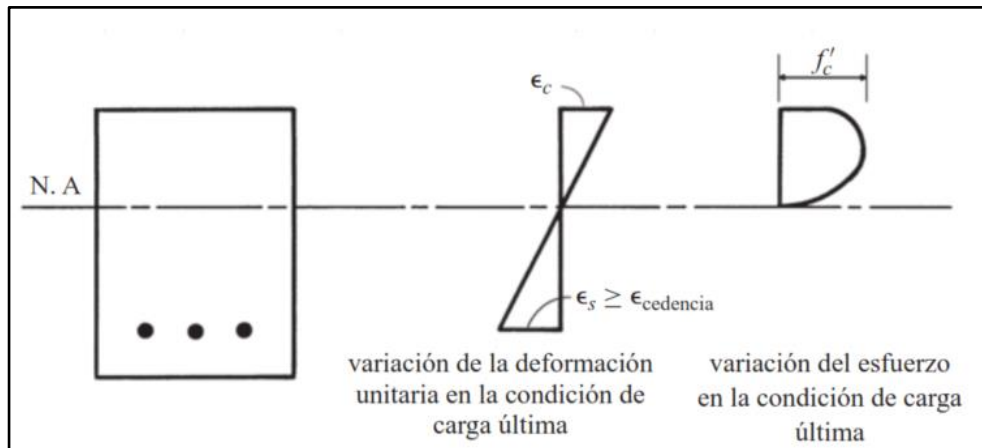
Fuente: E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado, Lima: Fondo Editorial, 2002.

Si la forma del diagrama de esfuerzos fuera la misma para todas las vigas, no sería difícil deducir un solo conjunto de fórmulas para el comportamiento a flexión. Sin embargo, debido a estas variaciones de los esfuerzos, es necesario sustentar el diseño de resistencia en una combinación de teoría y resultados experimentales. Aunque la distribución real de esfuerzos dada en la Imagen 9-b puede parecer importante, en la práctica cualquier forma supuesta (rectangular, parabólica, trapezoidal, etc.) se puede usar si las ecuaciones resultantes se comparan favorablemente con los resultados experimentales. Los perfiles más comunes propuestos son el rectángulo, la parábola y el trapecio, con el perfil rectangular usado en este texto como se muestra en la Imagen 9-c siendo el más común. [9]

Si se supone que el concreto se aplasta bajo una deformación unitaria de aproximadamente 0.003 (valor un tanto conservador para la mayoría de los concretos) y que el acero cede bajo f_y , es posible obtener fórmulas de flexión para vigas, sin conocer la distribución exacta de los esfuerzos. Sin embargo, es necesario conocer el valor de la compresión total y su centroide. [9] Whitney reemplazó el bloque curvo de esfuerzos por un bloque rectangular equivalente de intensidad $0.85 f'_c$ y altura $a = \beta_1 c$, como se muestra en la Imagen 9-c. El área de este bloque

rectangular debe ser igual a la del bloque curvo de esfuerzos y los centroides de los dos bloques deben coincidir. Existen suficientes resultados de pruebas en vigas de concreto como para poder obtener la altura del bloque de esfuerzos rectangular equivalente.

Imagen 8: Carga última.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México:

Alfaomega, 2011.

Por medio de los valores β_1 dados en el código (10.2.7.3) se puede obtener este resultado. Para valores f'_c de 4 000 lb/plg² o menores, $\beta_1=0.85$ y debe reducirse continuamente a razón de 0.05 por cada incremento de 1 000 lb/plg² en f'_c por arriba de 4 000 lb/plg². Su valor no debe ser menor que 0.65. Los valores de β_1 se reducen para concretos de alta resistencia, debido primordialmente a las formas de sus curvas esfuerzo-deformación unitaria.

Para concretos con $f'_c > 4\,000$ lb/plg², β_1 puede determinarse con la siguiente fórmula:

$$\beta_1 = 0.85 - \left(\frac{f'_c - 4\,000}{1\,000}\right)(0.05) \geq 0.65$$

En unidades SI, β_1 debe tomarse igual a 0.85 para resistencias del concreto de hasta 30 MPa inclusive. Para resistencias mayores a 30 MPa, β_1 se debe reducir continuamente a razón de 0.05 por cada 7 MPa de resistencia en exceso de 30 MPa, pero no se tomará menor que 0.65.

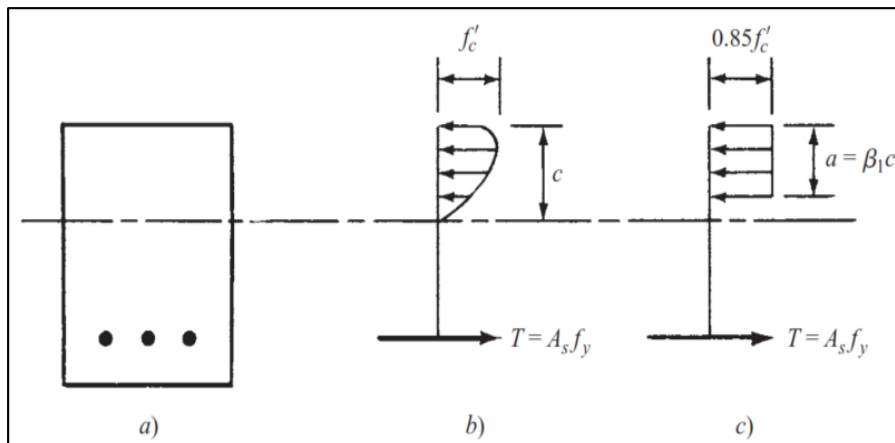
Para concretos con $f'_c > 30$ MPa; β_1 se puede determinar con la siguiente expresión:

$$\beta_1 = 0.85 - 0.008(f'_c - 30) \geq 0.65$$

Con base en estas hipótesis relativas al bloque de esfuerzos, se pueden escribir fácilmente las ecuaciones de estática para la suma de las fuerzas horizontales y para el momento resistente

producido por el par interno. De estas ecuaciones pueden despejarse separadamente los valores de α y del momento M_n .

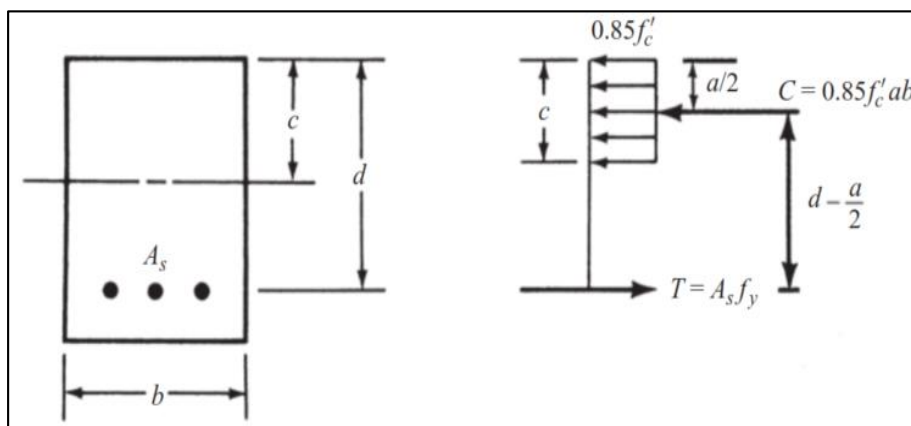
Imagen 9: Algunas formas posibles de la distribución de esfuerzos.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

Aquí debemos hacer una aclaración referente al término M_n , porque de otra manera puede ser confuso para el lector. M_n se define como el momento resistente teórico o nominal de una sección.

Imagen 10: Ubicación de las fuerzas C y T.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

La resistencia útil de un miembro es igual a su resistencia teórica multiplicada por el factor de reducción de resistencia, o sea, ϕM_n . La resistencia utilizable por flexión de un miembro, ϕM_n , al menos debe ser igual al momento factorizado calculado, M_u , causado por las cargas factorizadas.

$$\phi M_n \geq M_u$$

Para la deducción de las expresiones de la viga, véase la Imagen 10. Igualando las fuerzas horizontales C y T y despejando α , se obtiene:

$$0.85 f'c ab = As fy$$

$$a = \frac{As fy}{0.85 f'c b} = \frac{\rho fy d}{0.85 f'c}$$

Donde $\rho = \frac{As}{bd} = \text{porcentaje de acero de tensión}$.

Como el acero de refuerzo está limitado a una cantidad tal que lo haga ceder antes de que el concreto alcance su resistencia última, el valor del momento nominal Mn puede escribirse como:

$$Mn = T \left(d - \frac{a}{2} \right) = As fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Y la resistencia útil a flexión es:

$$\phi Mn = \phi As fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Si sustituimos en esta expresión el valor previamente obtenido para a (fue $\frac{\rho fy d}{0.85 f'c}$), reemplazamos As con ρbd e igualamos ϕMn con Mu , obtenemos la siguiente expresión:

$$\phi Mn = Mu = \phi bd^2 fy \rho \left(1 - \frac{\rho fy}{1.7 f'c} \right)$$

Reemplazando As con ρbd y haciendo $Rn = Mu/\phi bd^2$, podemos despejar esta expresión para obtener ρ , que es el porcentaje de acero requerido para una viga particular, con los siguientes resultados:

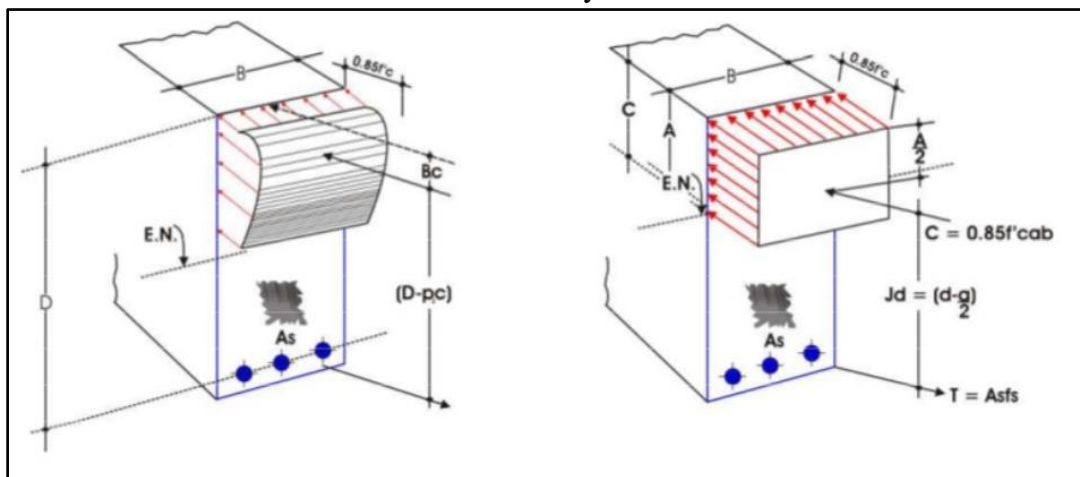
$$\rho = \frac{0.85 f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85 f'c}} \right)$$

2.2.2.1.4. Análisis de diseño de vigas

2.2.2.1.5. Diseño a Flexión

Como ya se mencionó, Whitney reemplazó el bloque curvo de esfuerzos por un bloque rectangular equivalente de intensidad $0.85 f'_c$ y altura $\alpha = \beta_1 * c$, como se muestra en la Imagen 9-c. El área de este bloque rectangular debe ser igual a la del bloque curvo de esfuerzos y los centroides de los dos bloques deben coincidir. Existen suficientes resultados de pruebas en vigas de concreto como para poder obtener la altura del bloque de esfuerzos rectangular equivalente. Por medio de los valores β_1 dados en el código (10.2.7.3) se puede obtener este resultado. Para valores f'_c de 4 000 lb/plg² o menores, $\beta_1=0.85$ y debe reducirse continuamente a razón de 0.05 por cada incremento de 1 000 lb/plg² en f'_c por arriba de 4 000 lb/plg². Su valor no debe ser menor que 0.65. Los valores de β_1 se reducen para concretos de alta resistencia, debido primordialmente a las formas de sus curvas esfuerzo-deformación unitaria.

Imagen 11: Sección equivalente de distribución de esfuerzos propuesto por Whitney.



Fuente: Elementos de concreto reforzado, conforme al ACI 318-04, 2006.

Como se aprecia en la Imagen 11 la sección de concreto que soporta los esfuerzos, presentes en el diseño a flexión, solo es una parte de la totalidad del área transversal del concreto, ya que por debajo del eje neutro se le considera un elemento fisurado (Imagen 3-d), es decir que no soporta ningún esfuerzo. Al analizar el grafico y las fórmulas de diseño por flexión, se observa que de toda el área neta solo un porcentaje es el que resiste los esfuerzos de diseño, por lo tanto, el resto de concreto que se encuentra presente no realiza ningún aporte a la flexión. Por lo tanto, se pretende emplear vigas de concreto de sección hueca que optimizarán las características de la edificación. El diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a flexión deberá basarse en la expresión:

$$M_u \leq \phi M_n$$

Donde:

M_u : Resistencia requerida por flexión en la sección analizada.

M_n : es la resistencia nominal a la flexión de la sección.

Φ : Factor de reducción de capacidad por flexión.

El diseño por resistencia de elementos sujetos a flexión deberá satisfacer las condiciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones, y deberá basarse en las hipótesis dadas en la Norma E.060 Concreto Armado.

El nivel de esfuerzos generados por las solicitaciones de cargas conduce a diseños de secciones simplemente reforzadas, en la cuales el momento resistente se puede evaluar con la siguiente expresión:

$$M_n = b d^2 f_y \rho \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

Donde:

ρ : Cuantía de acero.

A_s : Área de acero.

b : Ancho de la sección.

d : Peralte efectivo

2.2.2.1.5.1. Límites del refuerzo

Los límites para secciones simplemente reforzadas se señalan a continuación:

2.2.2.1.5.1.1. Refuerzo máximo

En elementos sujetos a flexión, el porcentaje de refuerzo ρ proporcionado no deberá exceder de $0.75 \rho_b$, donde ρ_b es el porcentaje de refuerzo que produce la condición balanceada. Límite balanceado, es el punto en que el concreto llega a esfuerzos máximos (máxima deformación) y el acero llega a la fluencia. La cuantía balanceada será determinada a partir de la siguiente expresión:

$$\rho = a \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{\epsilon_c \epsilon_s}{\epsilon_c \epsilon_s + \epsilon_y} \right)$$

Para:

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

2.2.2.1.5.1.2. Refuerzo mínimo

En ocasiones, debido a requisitos arquitectónicos o funcionales, se seleccionan dimensiones para las vigas que son mucho mayores que las requeridas sólo por la flexión. Tales miembros requieren teóricamente muy poco refuerzo. Existe otro modo de falla que puede ocurrir en vigas ligeramente reforzadas. Si el momento resistente último de la sección es menor que su momento de agrietamiento, la sección fallará tan pronto como se forme una grieta. Este tipo de falla puede ocurrir sin previo aviso. Para impedir tal posibilidad, el ACI (10.5.1) especifica cierta cantidad mínima de refuerzo que debe usarse en cada sección de los miembros a flexión donde se requiere esfuerzo de tensión de acuerdo con el análisis, ya sea por momento positivo o negativo.

El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares, podrá calcularse con:

$$A_s \min = \frac{0.7 \sqrt{f'_c} b d}{f_y}$$

2.2.2.1.6. Diseño por Corte

En la mayoría de los casos, los elementos de concreto armado se dimensionan para resistir las solicitaciones de flexión y posteriormente se verifica su resistencia al corte. En caso que la sección no resista el corte aplicado, se le refuerza con acero transversal. Sólo en el caso de vigas cortas, en las que predomina el peralte a la luz libre, las dimensiones del elemento se definen en función a las solicitaciones de corte. En ellas, los esfuerzos originados por la flexión no dominan el diseño. [9]

El efecto de la fuerza cortante varía si se trata de elementos esbeltos, vigas peraltadas, consolas o losas. La falla debida a esfuerzo cortante es frágil y siempre se debe tomar provisiones para evitarla.

El diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a fuerza cortante deberá basarse en la expresión:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Donde:

V_u: es la resistencia requerida por corte en la sección analizada

V_n: es la resistencia nominal al corte de la sección.

φ : Factor de reducción de capacidad por corte.

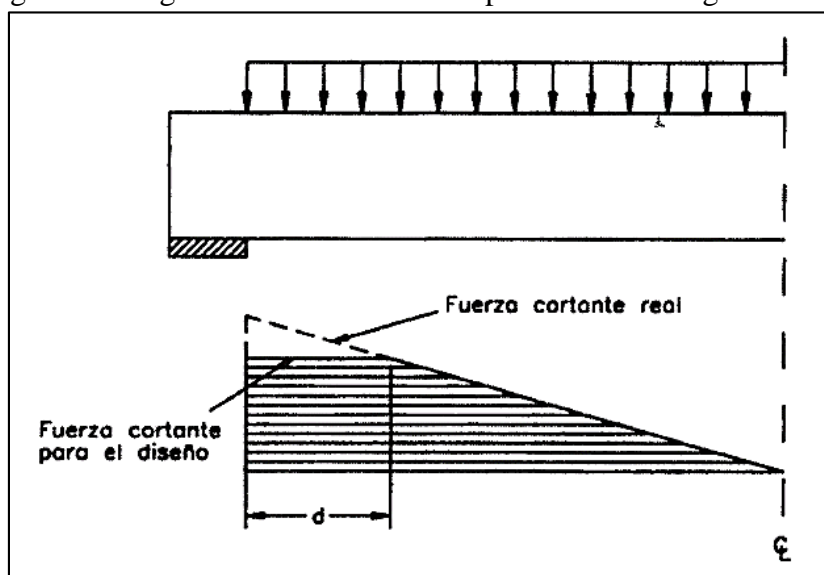
La resistencia nominal V_n estará conformada por la contribución del concreto (V_c) y por la contribución del acero (V_s) de tal forma que:

$$V_n = V_c + V_s$$

Las secciones situadas a una distancia menos que " d " desde la cara del apoyo, podrán ser diseñadas para la fuerza V_u calculada a una distancia " d ", si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cuando la reacción del apoyo, en dirección del corte aplicado, introduzca compresión en las regiones cercanas al apoyo del elemento.
- Cuando no existen cargas concentradas entre la cara del apoyo y la sección ubicada a una distancia " d ".

Imagen 12: Diagrama de fuerza cortante para diseño de viga

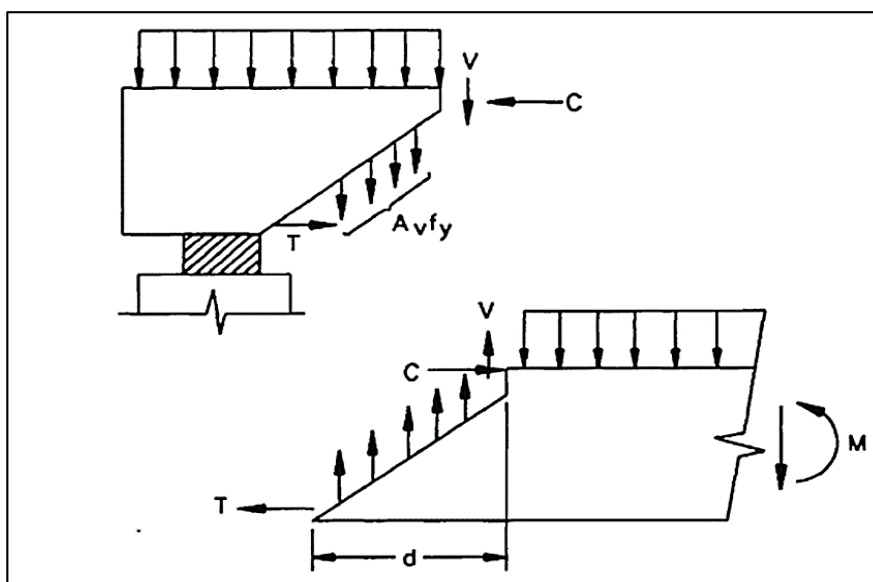


Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

Esta sección se denomina sección crítica y es la que se encuentra sometida al mayor cortante de diseño del elemento. En la Imagen 12 se muestra gráficamente la implicancia de esta consideración.

La reducción de la carga de diseño en los apoyos se debe a que la reacción de compresión incrementa la resistencia al corte de la pieza. Además, la grieta más cercana al apoyo que puede presentarse tiene una inclinación de 45° y alcanza el borde superior del elemento a d de la cara, como se muestra en la Imagen 13. Las cargas distribuidas aplicadas en el tramo AB son transmitidas al apoyo por compresión directa. Por ello, no se consideran para el diseño del refuerzo transversal. [9]

Imagen 13: Mecanismo de resistencia al corte en los extremos.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

2.2.2.1.6.1. Contribución del concreto en la resistencia al corte

La contribución del concreto V_c podrá evaluarse para miembros sujetos únicamente a corte y flexión:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b w d$$

Donde:

bw : Ancho de la viga.

d : Peralte efectivo

Para cálculos más detallados:

$$V_c = \left(0.5 \sqrt{f'_c} + 176 \rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right) b w d \leq 0.9 \sqrt{f'_c} b w d$$

$$\rho_w = \frac{A_s}{b w d}$$

Donde M_u es el momento actuante simultáneamente con V_u en la sección considerada. El cociente $V_u d / M_u$, no debe considerarse mayor a 1 en el cálculo de V_c .

2.2.2.1.6.2. Contribución del refuerzo en la resistencia al corte

Cuando la fuerza cortante V_u exceda ϕV_c , deberá proporcionarse refuerzo por corte de manera que se cumpla :

$$V_u \leq \phi V_n, \quad V_n = V_c + V_s$$

Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje del elemento:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

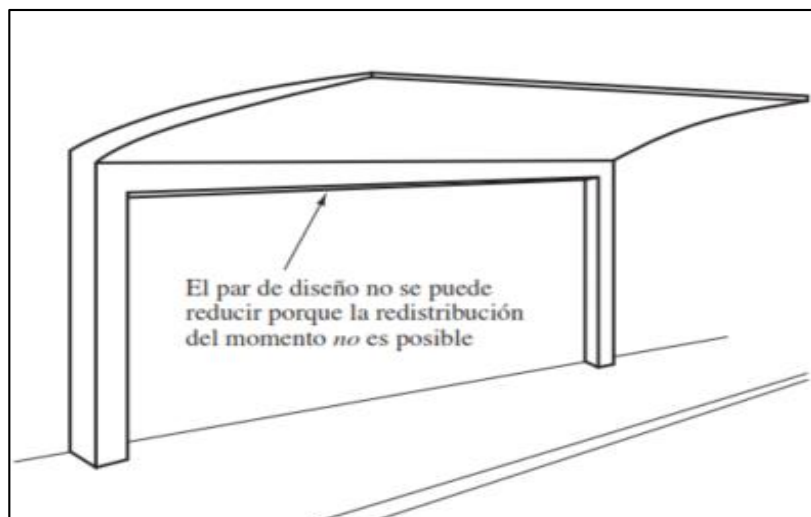
Donde A_v es el área de refuerzo por cortante dentro de una distancia “s” proporcionada por la suma de áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.

2.2.2.1.7. Diseño por Torsión

Los elementos de concreto armado sometidos sólo a torsión son muy escasos. Esta solicitación generalmente actúa en combinación con flexión y corte y se presenta en vigas perimetrales, vigas curvas, vigas cargadas excéntricamente, columnas exteriores en edificios sometidos a cargas laterales, escaleras helicoidales, etc. La torsión se presenta, en la mayoría de los casos, por compatibilidad de deformaciones en las estructuras continuas. En estos casos, la torsión no ocasiona el colapso de la estructura, pero si puede generar un agrietamiento excesivo de sus elementos. [9]

Es imposible analizar de una manera exacta el efecto combinado de flexión, cortante y torsión debido al comportamiento inelástico del concreto, al estado de esfuerzos complejo que se presenta y al patrón impredecible de grietas. Se han efectuado ensayos que buscan establecer el efecto de esta interacción y se ha conseguido establecer algunas expresiones que relacionan la flexión, el corte y la torsión. Sin embargo, éstas son demasiado complejas para darles un uso práctico. Por ello, el código del ACI, en su última versión, no toma en cuenta esta interacción y el diseño bajo cada solicitación se efectúa independientemente. [1]

Imagen 14: Torsión de equilibrio.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

2.2.2.1.7.1. Momentos torsionales que se han de considerar en el diseño

El lector habrá aprendido en sus estudios de análisis estructural que si una parte de una estructura estáticamente indeterminada “cede” cuando se aplica una fuerza particular a esa parte, la magnitud de la fuerza que esa parte tendrá que resistir se reducirá apreciablemente. Por ejemplo, si tres hombres cargan un tronco sobre sus hombros (situación estáticamente indeterminada) y uno de ellos baja un poco su hombro bajo la carga, ocurrirá una importante redistribución de las fuerzas internas en la “estructura” y este hombre tendrá que soportar una carga mucho menor. Por otra parte, si dos hombres cargan un tronco sobre sus hombros (situación estáticamente determinada) y uno de ellos baja ligeramente su hombro, no habrá ningún cambio o casi ninguno en la distribución de fuerzas en la estructura. Éstos son casos similares a los que ocurren en las estructuras estáticamente determinadas e indeterminadas sometidas a momentos de torsión. Estas acciones se denominan torsión de equilibrio y torsión de compatibilidad, respectivamente. [9]

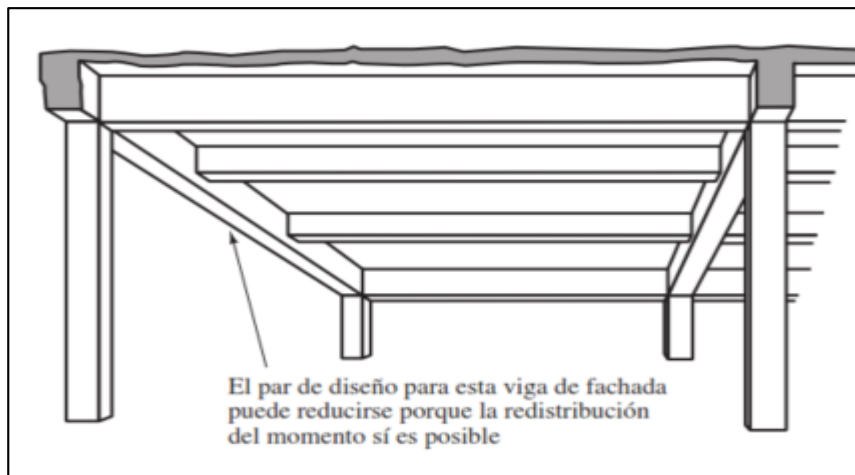
- **Torsión de equilibrio.** En una estructura estáticamente determinada hay sólo una trayectoria a lo largo de la cual un momento de torsión se puede transmitir a los soportes. Este tipo de momento de torsión, que se denomina torsión de equilibrio o torsión estáticamente determinada, no puede reducirse por medio de una redistribución de fuerzas internas o por un giro del miembro. La torsión de equilibrio se muestra en la Imagen 14, que muestra una viga de borde que soporta un techo de concreto. La viga de borde debe diseñarse para resistir el momento de torsión total calculado. [9]
- **Torsión de compatibilidad.** El momento de torsión en una región dada de una estructura estáticamente indeterminada se puede reducir considerablemente si esa parte de la estructura se agrieta bajo la torsión y “cede” o gira. El resultado será una redistribución de fuerzas en la estructura. [9]

A este tipo de torsión, que se ilustra en la imagen 15, se le llama torsión estáticamente indeterminada o torsión de compatibilidad, en el sentido de que parte de la estructura bajo consideración se tuerce para mantener las deformaciones de la estructura compatibles.

En donde es posible una redistribución o reducción de la torsión en una estructura estáticamente indeterminada, el momento máximo factorizado T_u se puede reducir como sigue en los miembros no presforzados, de acuerdo con la sección 11.6.2.2 del ACI. En la expresión que sigue, A_{cp} es el área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de concreto y P_{cp} es el perímetro exterior de esa sección transversal. Se supone que el agrietamiento

torsional ocurrirá cuando el esfuerzo principal de tensión alcance la resistencia por tensión del concreto en compresión-tensión biaxial.

Imagen 15: Torsión de compatibilidad.



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

Este valor de agrietamiento se toma igual a $4\lambda (f'c)^{0.5}$ y, por tanto, el par de torsión de agrietamiento, T_{cr} , es: [9]

$$T_{cr} = \phi 4\lambda \sqrt{f'c} \left(\frac{A^2 c p}{P c p} \right)$$

Si los miembros de concreto reforzado están sujetos a fuerzas axiales de tensión o de compresión, T_{cr} debe calcularse con la siguiente expresión en la cual N_u es la fuerza axial factorizada tomada como positiva si la fuerza es de compresión y negativa si es de tensión.

$$T_{cr} = \phi 4\lambda \sqrt{f'c} \left(\frac{A^2 c p}{P c p} \right) \lambda \sqrt{1 + \frac{N_u}{4\sqrt{f'c}}}$$

Después de que ocurre el agrietamiento, los momentos de torsión en la viga de fachada mostrada en la Imagen 13 se reducen, como resultado de la redistribución de las fuerzas internas. En consecuencia, el momento de torsión usado para diseño en la viga de fachada puede reducirse.

2.2.2.1.7.2. Cuándo se requiere refuerzo de torsión según el ACI

El diseño de miembros de concreto reforzado por torsión se basa en la analogía de una armadura tubular espacial de pared delgada, en la cual se desprecia el interior o núcleo resistente del concreto de los miembros. Después de que la torsión ha ocasionado el agrietamiento de un miembro, su resistencia a la torsión es proporcionada casi por completo por los estribos cerrados

y el refuerzo longitudinal localizado cerca de la superficie del miembro. Una vez que ocurre el agrietamiento, se supone que el concreto tiene una resistencia despreciable a la torsión. (Éste no es el caso en el diseño por cortante, donde se supone que el concreto toma la misma cantidad de cortante que antes de agrietarse.) [9, p. 468]

Si los esfuerzos de torsión son menores que aproximadamente un cuarto del par de agrietamiento T_{cr} de un miembro, no reducirán apreciablemente sus resistencias por cortante o flexión. Se supone que el agrietamiento por torsión ocurre cuando el esfuerzo principal de tensión alcanza el valor $4\lambda (f'_c)^{0.5}$. En la sección 11.6.1 del ACI, se establece que los efectos de torsión pueden despreciarse en miembros no presforzados si:

$$T_u < \phi \lambda \sqrt{f'_c} \left(\frac{A^2 c_p}{P c_p} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

Para estructuras estáticamente indeterminadas, donde pueden ocurrir reducciones en los momentos de torsión por la redistribución de las fuerzas internas, la sección 11.6.2.2 del código ACI permite reducir el momento de torsión máximo factorizado, al siguiente valor:

$$\phi 4 \lambda \sqrt{f'_c} \left(\frac{A^2 c_p}{P c_p} \right)$$

En otras palabras, el par aplicado puede limitarse a un momento calculado de agrietamiento del miembro. (Si el par calculado para un miembro es mayor que el valor anterior, éste puede usarse en el diseño). Si los momentos de torsión se reducen como se describió aquí, será necesario redistribuir estos momentos a los miembros adyacentes. El comentario del ACI (R11.5.2.1 y R11.5.2.2) ciertamente dice que cuando la disposición de las estructuras impone rotaciones por torsión considerables dentro de una longitud corta de un miembro (como cuando un par grande está situado cerca de una columna rígida), deberá usarse un análisis más exacto. [4, p. 469]

Para miembros aislados con patines o sin ellos, A_{cp} es igual al área de las secciones transversales completas (incluida el área de cualquier abertura en los miembros huecos) y P_{cp} representa los perímetros de las secciones transversales completas. Si una viga es colada monolíticamente con una losa, puede suponerse que los valores de A_{cp} y P_{cp} incluyen parte de las losas adyacentes de las secciones T o L resultantes. Los anchos de las losas que pueden incluirse como partes de las vigas se describen en la sección 13.2.4 del ACI. Esos anchos o extensiones no deben exceder las proyecciones de las vigas arriba o abajo de la losa ni cuatro veces el espesor de la losa, rigiendo el menor. Cuando se tiene una torsión considerable, puede resultar más económico seleccionar una viga mayor, de manera que no tenga que usarse un refuerzo de torsión. Una viga así puede resultar más económica que una menor con los estribos cerrados y el acero longitudinal adicional requeridos en el diseño por torsión. En otras

ocasiones, tal procedimiento puede no ser económico y algunas veces las consideraciones arquitectónicas pueden dictar el uso de secciones menores. [4, p. 469]

2.2.2.1.7.3. Resistencia al momento por torsión.

Las dimensiones de los miembros sometidos a cortante y torsión están limitadas por el código ACI, con el objetivo de reducir el agrietamiento y prevenir el aplastamiento de la superficie del concreto causado por los esfuerzos inclinados de compresión. Esto se logra con las ecuaciones siguientes, en las que las partes de la izquierda representan los esfuerzos cortantes debidos a la fuerza de cortante y a la torsión. La suma de estos dos esfuerzos en un miembro no debe exceder el esfuerzo que ocasione el agrietamiento por cortante ($8\sqrt{f'c}$) según R11.6.3 del ACI). En estas expresiones, $V_c = 2\lambda\sqrt{f'c}b_wd$ (ecuación 11-3 del ACI). Para secciones sólidas: [10]

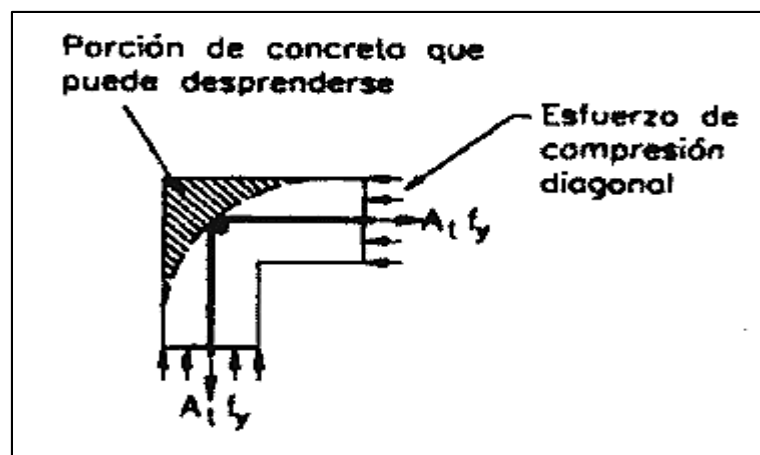
$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{b_wd}\right)^2 + \left(\frac{Tu p_h}{1.7 A^2_{oh}}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_wd} + 8\sqrt{f'c} \right) \dots \dots \dots Ec. 11 - 18, ACI$$

Para secciones huecas:

$$\left(\frac{Vu}{b_wd} \right) + \left(\frac{Tu p_h}{1.7 A^2_{oh}} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_wd} + 8\sqrt{f'c} \right) \dots \dots \dots Ec. 11 - 19, ACI$$

Otro requisito que se da en la sección 11.5.4.4 para secciones huecas, es que la distancia de la línea central del refuerzo transversal por torsión a la cara interior de la pared no debe ser menor que $0.5A_{oh}/p_h$.

Imagen 16: Falla que se suele presentar en estribos con ganchos a 90°



Fuente: E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado., Lima: Fondo Editorial, 2002.

El refuerzo requerido para resistir la torsión está constituido por acero transversal y acero longitudinal, los cuales funcionan sólo si se usan juntos. El acero transversal puede estar constituido por estribos cerrados, malla electro soldada con sus hilos principales perpendiculares al eje del elemento o por refuerzo en espiral y es adicional al requerido por corte. Los estribos deben ser cerrados pues las grietas que aparecen en el concreto rodean todo el contorno de la pieza. En secciones sometidas principalmente a torsión, no es conveniente usar estribos formados por dos piezas en forma de U ya que el agrietamiento ocasiona que la cobertura de concreto se desprenda, haciendo inefectivo el empalme del acero.

Una de las fallas que se presentan en los estribos con gancho a 90° es el desprendimiento del concreto cercano a él como se muestra en la Imagen 16. Por ello, es mejor utilizarlos sólo cuando el gancho tiene confinamiento. El empleo de estribos con gancho a 135° es más conveniente. Los estribos múltiples no se usan para resistir torsión pues sólo sus brazos exteriores son efectivos. [10]

El refuerzo transversal requerido para resistir la torsión se determina a partir de la siguiente expresión:

$$T_n = \frac{2 A_o A_t f_{yv}}{S} \cot \theta \dots \dots \dots Ec. 11 - 21, ACI$$

Generalmente, esta ecuación se escribe en la siguiente forma:

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2 A_o f_{yv} \cot \theta}$$

Donde:

A_o: Área encerrada por el flujo de corte de la sección; puede asumirse igual a 0.85 A_{oh}.

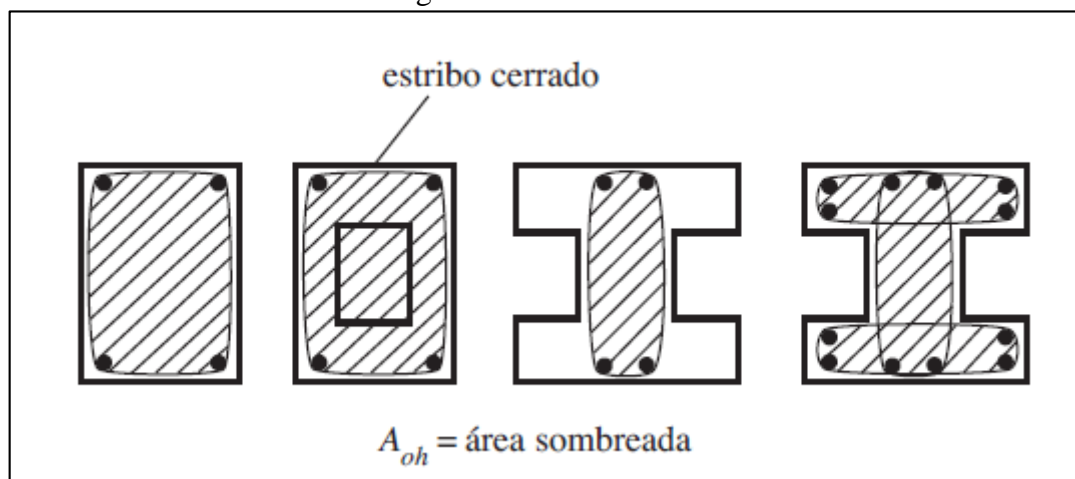
θ: Ángulo que varía entre 30° y 60°. El código recomienda tomar 45° para concreto normal.

El refuerzo transversal se basa en la resistencia T_n por momento de torsión, que es igual a T_u/φ. El término A_o representa el área total encerrada por la trayectoria del flujo cortante alrededor del perímetro del tubo. Esta área se define en términos de A_{oh}, que es el área encerrada por los estribos cerrados más externos. La Imagen 17 ilustra esta definición de A_{oh} para varias secciones transversales de vigas. [9]

Se debe colocar por lo menos una barra longitudinal en cada esquina de la sección para servir de apoyo a los estribos y brindarles anclaje. Si no se distribuye acero longitudinal en las esquinas, el concreto se rajará, los estribos se desprenderán y las rajaduras ocasionadas por la torsión serán mayores.

Las secciones localizadas a una distancia menor que d de la cara del soporte, pueden diseñarse para el par de torsión a una distancia d . Sin embargo, si existe un par concentrado dentro de esta distancia, la sección crítica de diseño estará en la cara del soporte (11.5.2.4 del ACI).

Imagen 17: Valores de A_{oh} .



Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

Dado que el fisuramiento del concreto en torsión produce fisuras helicoidales es preciso colocar estribos más allá del punto donde teóricamente se requieren, hasta una distancia adicional igual a $bt+d$, donde bt es el ancho de la porción de la sección transversal que contiene los estribos que resisten la torsión. El refuerzo longitudinal debe anclarse en sus dos extremos. [10]

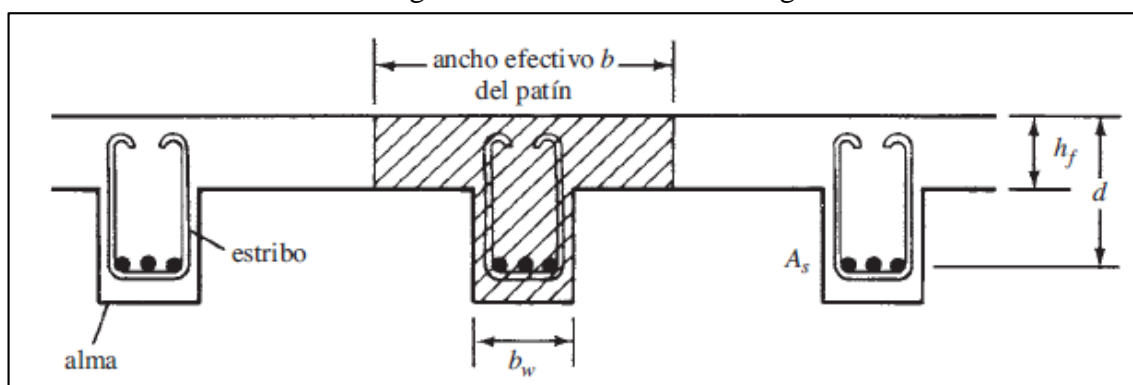
2.2.2.2. Elementos de sección T sometidos a flexión

Los sistemas de concreto reforzado para piso consisten normalmente en losas y vigas coladas monolíticamente. En consecuencia, las dos partes actúan conjuntamente para resistir las cargas. En efecto, las vigas tienen una tira en su parte superior llamada patines y las vigas en forma de T así formadas reciben el nombre de vigas T. La parte de una viga T situada bajo la losa se denomina alma. (Las vigas pueden tener forma de L si el alma se encuentra en el extremo de una losa.) Los estribos del alma se extienden dentro de las losas, tal como lo pueden hacer las varillas dobladas del refuerzo principal, con lo que ayudan al trabajo de conjunto de las vigas y las losas. [10]

Es problemático estimar qué tanto de la losa actúa como parte de la viga. Si los patines de vigas T son robustos y compactos en su sección transversal, los esfuerzos de flexión quedarán distribuidos con bastante uniformidad a través de la zona de compresión. Sin embargo, si los patines son anchos y delgados, los esfuerzos de flexión variarán bastante a través del patín debido a las deformaciones por cortante. Cuanto más alejada del alma esté una parte de la losa o patín, menor será su esfuerzo de flexión. [10]

En lugar de considerar una distribución de esfuerzo variable a través del ancho total del patín, el código ACI (8.12.2) propone un ancho menor, supuestamente con una distribución uniforme del esfuerzo, para fines de diseño. El objetivo es tener la misma fuerza total de compresión en el ancho reducido que la que se da en el ancho total con sus esfuerzos variables. El área achurada en la Imagen 18 muestra el tamaño efectivo de una viga T. Para vigas T con patines en ambos lados del alma, el código establece que el ancho efectivo del patín no debe exceder un cuarto del claro de la viga y que el ancho de la porción volada a cada lado no debe exceder ocho veces el espesor de la losa o la mitad de la distancia libre al alma de viga adyacente. Las vigas T aisladas deben tener un espesor de patín no menor que la mitad del ancho del alma y el ancho efectivo de su patín no debe ser mayor que cuatro veces el ancho del alma (ACI 18.12.4). Si hay solamente un patín a un lado del alma, el ancho del patín volado no debe exceder un doceavo del claro, $6h_f$ o la mitad de la distancia libre a la siguiente alma (ACI 8.12.3). [10]

Imagen 18: Ancho efectivo de vigas T.



Fuente: E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado., Lima: Fondo Editorial, 2002.

El análisis de las vigas T se hace de manera muy parecida a como se analizan las vigas rectangulares en que las especificaciones relacionadas con las deformaciones unitarias en el refuerzo son idénticas. Para repetirlo brevemente, es conveniente tener valores de $\epsilon_t \geq 0.005$ y no deben ser menores que 0.004, a menos que el miembro esté sujeto a una carga axial $\geq (0.10$

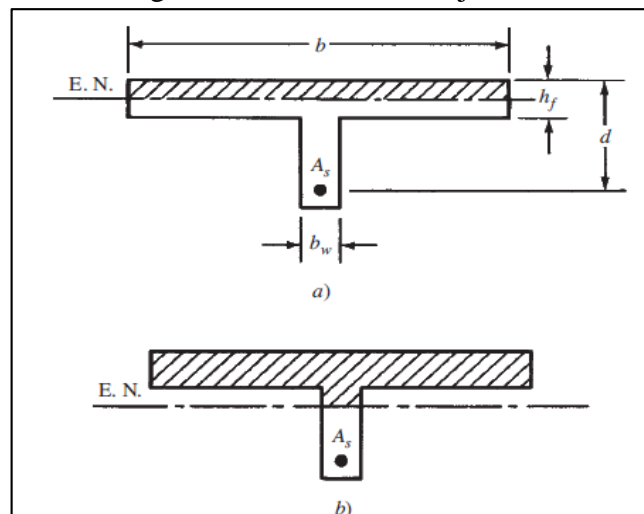
$f'c Ag$). Los valores de et son casi siempre mucho mayores que 0.005 en vigas T debido a sus patines a compresión muy grandes. Para tales miembros los valores de c normalmente son muy pequeños y los valores de et calculados son muy grandes. [10]

El eje neutro (N.A.) de las vigas T puede situarse en el patín o en el alma, dependiendo de las proporciones de las losas y las almas. Si se sitúa en el patín, como es el caso más común para momentos positivos, son aplicables las fórmulas de las vigas rectangulares, como puede verse en la Imagen 19(a). Se supone que el concreto abajo del eje neutro está agrietado y su forma no influye en los cálculos de flexión (aparte de su peso). La sección arriba del eje neutro es rectangular. Sin embargo, si el eje neutro está abajo del patín, como se muestra para la viga en Imagen 19(b), el concreto de compresión por arriba del eje neutro ya no consiste en un solo rectángulo y así las fórmulas para las vigas rectangulares no son aplicables. Si se supone que el eje neutro se sitúa dentro del patín, el valor de a puede calcularse igual que para las vigas rectangulares:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} = \frac{\rho f_y d}{0.85 f'c}$$

La distancia c al eje neutro es igual a a/β_1 . Si el valor calculado de a es igual o menor que el espesor del patín, la sección puede suponerse, para todo propósito práctico, como rectangular, aun cuando el valor calculado de c sea realmente mayor que el espesor del patín. [10]

Imagen 19: Posiciones del eje neutro.



Fuente: E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado., Lima: Fondo Editorial, 2002.

Una viga realmente no tiene que parecerse a una viga T para serlo. Para estos casos el concreto a compresión tiene forma de T y la forma o el tamaño del concreto en el lado de tensión, que se supone se agrietará, no influye en los momentos teóricos resistentes. Sin embargo, la forma, el tamaño y el peso del concreto de tensión sí afectan la magnitud de las deflexiones que ocurren y el peso muerto afecta las magnitudes de los momentos que deben resistirse.

2.2.2.3. Losas

Las losas son los elementos que hacen factible la existencia de los pisos de techo de una edificación. Tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: la primera ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de la carga propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que este tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel. [1]

Tipos de Losas:

- Losas macizas
- Losas nervadas
- Losas aligeradas

2.2.2.4. Columnas

Son los elementos generalmente verticales que reciben la carga de las losas y de las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación y permiten que una edificación tenga varios niveles. Las columnas son elementos muy importantes, pues forman con las vigas el esqueleto sismo-resistente junto con los muros, si estos existen. [8]

2.2.2.5. Cimentaciones

Se llama cimentación al elemento estructura que transmite las cargas de las columnas y muros al terreno. La resistencia del suelo es menor que la resistencia del concreto, por ello, la cimentación tiene mayor área que su respectiva columna o muro para así reducir los esfuerzos que se transmiten al terreno. [10]

El terreno debe trabajar bajo una carga tal que no se altere su estado de equilibrio, o sea, que no se produzcan deformaciones o asentamientos perceptibles que repercutan en los diferentes elementos de la estructura, produciéndoles tensiones parásitas para las cuales no han sido

diseñados. Si una columna se asienta más o menos que otra adyacente, la diferencia genera esfuerzos que pueden ocasionar daños en los elementos estructurales y no estructurales. La carga de trabajo del terreno debe determinarse por medio de experiencias y sondajes a cargo de un especialista en Mecánica de Suelos. [10]

2.2.3. Encofrados

El encofrado es uno de los aspectos más importantes en la construcción, ya que es un sistema formado por piezas acopladas, moldes temporales o permanentes destinados a dar forma al mortero, hormigón u otros materiales en su estado plástico o fresco.

Ofrece la facilidad de darle al hormigón la forma proyectada proveyendo su estabilidad como hormigón fresco, asegurando la protección y la correcta colocación como armaduras. Entre otras funciones están las de proteger al hormigón de golpes, de las temperaturas externas y de la pérdida de agua.

Los encofrados se encuentran sometidos a diferentes presiones una vez que el hormigón fresco es vertido, además de otros factores que inciden en su estabilidad.

Ha sido señalado que los encofrados deben ser considerados como estructuras; en efecto, en tanto el concreto no alcance las resistencias mínimas exigibles para proceder a desencofrar, los encofrados tienen que ser suficientemente resistentes para soportar el peso del concreto. Esto ocurre en los encofrados de vigas y techos.

Adicionalmente al peso del concreto, los encofrados deben soportar las cargas de construcción; éstas corresponden al peso de los trabajadores que participan en el llenado de los techos y al del equipo empleado en el vaciado. En encofrados de madera, el peso propio de los mismos tiene poca significación en relación al peso del concreto y cargas de construcción. En el caso de encofrados metálicos - por ejemplo, encofrados de techos con viguetas metálicas extensibles - el peso que aportan debe tenerse en cuenta. Los encofrados varían según el tipo de obra, calidad del hormigón, material etc. Según el número de veces que se vaya a utilizar un encofrado podemos encontrar dos tipos diferentes de encofrados: recuperables y perdidos.

Encofrados recuperables; por lo general se emplean bloques de poliestireno expandido, que pueden ser recuperados luego de fraguado el hormigón, y ser utilizados nuevamente en repetidas ocasiones. El sistema es apto para la construcción de entrepisos encasetonados. Los bloques no necesitan ajustarse a un módulo determinado, debido a que se cortan de bloques de mayor tamaño, con las dimensiones necesarias para cada caso en particular.

Encofrados perdidos; Este encofrado en su mayoría es hecho en el sitio, se trata de encofrados que permanecen en la obra una vez fraguado hormigón y que no se recuperan posteriormente para un segundo uso, en algunas ocasiones tiene un doble propósito como aislante térmico o acústico o simplemente son cubiertos por tierra en el caso de estructuras enterradas. Puede elaborarse a base de piezas plásticas, de cartón o de algún material cerámico; este queda en la parte exterior de la pieza que se va a moldear, por lo general de hormigón. Este tipo de encofrados se utiliza por lo general en el caso de losas de gran espesor de hormigón armado o pretensado, con una placa superior y otra inferior unidas por nervios, que pueden salvar grandes luces y soportar sobrecargas importantes. Los encofrados perdidos están formados por bloques macizos o huecos de poliestireno expandido, que se colocan de manera de alivianar las secciones transversales del hormigón, en el núcleo de la sección. Las losas en sí pueden ser simple o doblemente armadas, con acero común o de alta resistencia, o bien de hormigón pretensado. El sistema estructural descrito ofrece una considerable resistencia a los momentos torsores. Cuando se utilizan cuerpos de encofrado huecos, estos presentan nervios en las paredes que les permiten soportar las solicitaciones debidas al hormigonado y al tránsito de los operarios.

2.2.4. Huella Ecológica

La huella ecológica es un indicador agregado definido como “el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población dada con un modo de vida específico de forma indefinida”. [11]

Su objetivo fundamental consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y, comparado con la biocapacidad del planeta. Consecuentemente es un indicador clave para la sostenibilidad. La ventaja de la huella ecológica para entender la apropiación humana está en aprovechar la habilidad para hacer comparaciones. Es posible comparar desde las emisiones de transportar un bien en particular con la energía requerida para el producto sobre la misma escala (medido en hectáreas). [11]

Es importante señalar que la huella ecológica nos ofrece un impacto de mínimos, ya que aún no considera todo el impacto que produce una población. No incorpora, por ejemplo, las emisiones a la atmósfera diferentes del CO₂, o los vertidos a ríos y mares. Por tanto, siempre se deberá considerar que el impacto real será mayor que el calculado por la huella ecológica, pero, aunque se puede y se debe desarrollar más el indicador para así extraer todo su potencial, ofrece ya una imagen muy aproximada, clara y significativa de la realidad. [12]

2.2.4.1. Huella de carbono

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃) y vapor de agua, provocan cambios en la composición de la atmósfera terrestre alterando el flujo natural de radiación infrarroja absorbida por la superficie y provocando un incremento en la temperatura del planeta o calentamiento global. Cualquier proceso que altere el balance de la energía en la atmósfera conducirá a un eventual cambio climático. [12]

Cuadro 1: Emisiones de CO₂ por kg de material

MATERIAL	Kg CO ₂ / Kg
Acero estructural laminado	2.80
Acero Cromado	3.79
Aditivo, disolvente	13.78
Aluminio	31.45
Cartón yeso	0.47
Áridos	0.03
Cemento	0.41
Material cerámico	0.18
Neopreno	17.65
Temple	14.72
Terrazo	0.22

Fuente: J. L. Doménech Quesada, «Huella ecológica del cemento,» Ingeniería Sostenible, Coruña, 2010.

En especial el CO₂ emitido en los procesos energéticos mundiales, es uno de los grandes problemas climáticos de nuestro tiempo. Existen evidencias constatables de que la mayor parte del calentamiento global ha sido causado por las actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación y bienes que utilizamos) implican un consumo de energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera. [12]

La huella de carbono se conoce como «la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto». Para medir este impacto ambiental se lleva a cabo un inventario de emisiones de GEI o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas. Una vez conocida huella, es posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes actuaciones. [12]

2.2.4.2. Impacto ambiental del Concreto

De todos es conocido que las actividades de construcción intervienen en el medio ambiente natural utilizando los recursos extraídos de la naturaleza, para lo que se requiere de enormes cantidades de energía, tanto para la explotación de canteras y bosques como para transformación en productos de construcción, depositando en el ambiente desechos y emanaciones durante y al final del ciclo de vida de los productos y obras, con las consiguientes emisiones a la atmósfera. [11]

La actividad generada por el sector de la construcción, incluida su industria asociada, es la mayor consumidora de recursos naturales. En la Unión Europea, la construcción de edificios consume el 40% de los materiales, el 40% de la energía primaria y genera el 40% de los residuos, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente la ampliación del parque construido. [12]

Es evidente pues, que los materiales que utilizamos para la construcción de nuestros edificios son responsables de los impactos más relevantes que se producen en el medio, consecuencia de un excesivo consumo energético y de la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases contaminantes.

El hormigón es el material de construcción más empleado en el mundo, y tras el agua, es el producto más consumido del planeta. Cada año, la industria del hormigón emplea 1.6 billones de toneladas de cemento, 10 billones de toneladas de roca y arena y un billón de toneladas de agua.

Cada tonelada de cemento, requiere 1.5 toneladas de roca caliza, así como del consumo de combustibles fósiles, con un coste ambiental de 1 toneladas de CO₂ emitida por cada tonelada de cemento producida. Debido a este alto coste ambiental, las cementeras están ajustando los procesos de fabricación para reducir y compensar las emisiones, instalando superficies de carbonatación en las chimeneas, o mediante algas que se alimentan de humos ricos en Dióxido de Carbono. [11]

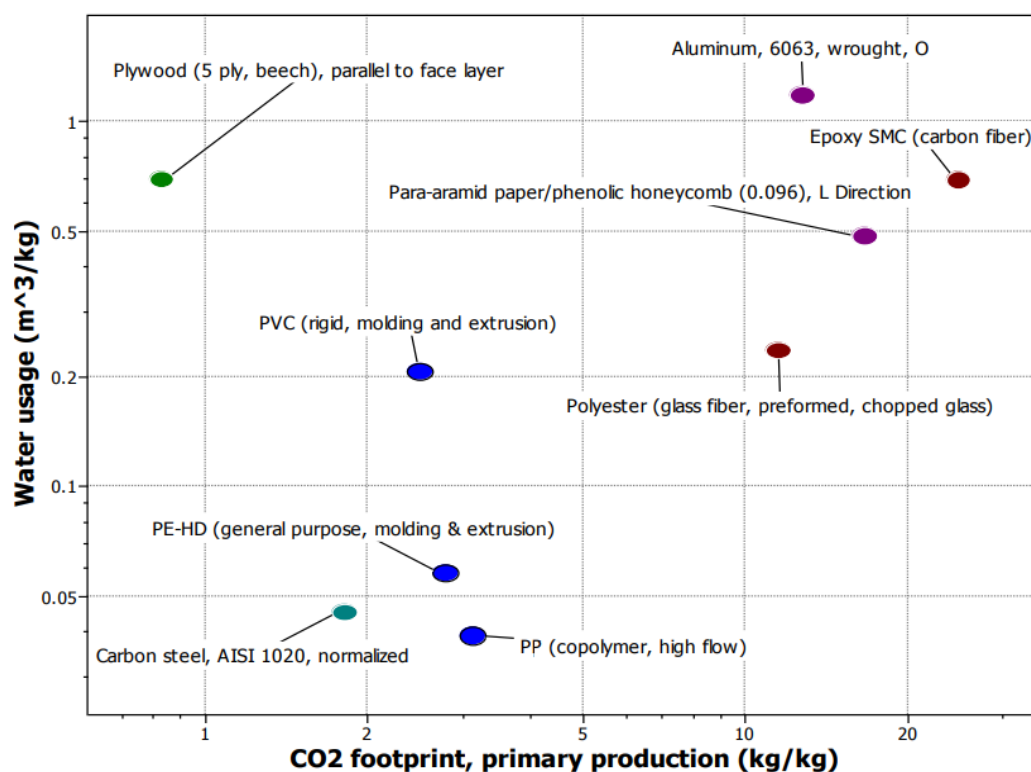
2.2.4.2.1. Cemento Portland

El cemento Portland es el principal componente del hormigón, ya que es precisamente el encargado de agregar todos los demás componentes en una masa resistente y durable. No obstante, también es el componente que mayor impacto ecológico produce sobre el medio ambiente. La industria del cemento, soporta, de hecho, la mayor ratio de intensidad de energía por dólar de producto obtenido. [13]

Además de la energía consumida, y del CO₂ liberado, las actividades mineras necesarias para la obtención de la roca caliza pueden favorecer la destrucción de ciertos hábitats, así como la liberación de contaminación al aire y agua. En cuanto a este aspecto, se preferirán las explotaciones mineras subterráneas a las canteras a cielo abierto, si bien es cierto, que su coste es sensiblemente mayor.

Como se ha mencionado, la fabricación del cemento requiere de una extraordinaria cantidad de energía. Las materias primas se “piro procesan” en grandes hornos a temperaturas de unos 1.500°C para obtener el Clinker.

Cuadro 2: Uso de agua Vs Huella de carbono en la producción primaria.



Fuente: J. L. Doménech Quesada, «Huella ecológica del cemento,» Ingeniería Sostenible, Coruña, 2010.

En 2004, el sector del cemento, consumió 422 trillones de Btus de energía, casi el 2% del total de energía consumida por la industria americana (PCA 2006).

La principal fuente de energía es el consumo de carbón, seguido del coque y de energía eléctrica comprada, la cual es producida en un alto porcentaje, a partir del carbón. [14]

Emisión de CO₂: El sector cementero es responsable de alrededor del 5% de las emisiones de CO₂, principal gas productor del efecto invernadero y cambio climático (Humphreys and Mahasenan 2002). Durante la fabricación, se produce CO₂ en torno a dos vías: la conversión química de la piedra caliza producida durante su calcinación y el propio consumo de combustibles como el carbón. [11]

- **Partículas materiales:** Las operaciones llevadas a cabo desde la obtención de las materias primas en minas y canteras hasta las de calcinado, empaquetado, transporte, etc. producen ciertas pérdidas de partículas materiales que se liberan al medio local pudiendo llegar a producir cierto impacto ambiental. Las partículas cuyo diámetro no supera las 2,5 micras (PM_{2.5}) son las causantes de los mayores efectos negativos sobre la salud humana. En general son difícilmente eliminables por el propio cuerpo humano y pueden llegar a provocar problemas respiratorios. [11]
- **Óxidos de Nitrógeno (NO_x):** Se generan durante la quema de combustibles fósiles, liberándose más cantidad cuanto mayor sea la temperatura de combustión. En general, contribuyen al efecto isla sobre las ciudades, reducen la calidad del aire y provocan cierto impacto sobre la salud de los seres humanos. El uso de carbón en lugar de aceites o gas natural, reduce las emisiones de estos compuestos, aunque bien es cierto que incrementa las de CO₂. [11]
- **Dióxidos de Azufre (SO₂):** Pueden ser producidos por los propios compuestos sulfurosos presentes en las materias primas, aunque también se producen al quemar combustibles durante los procesos de fabricación. La propia naturaleza alcalina de los materiales tiende a “reabsorber” entre 70% y 90% del SO₂, pero el restante es liberado, contribuyendo a reducir la calidad del aire, producción de “smog”, lluvia ácida e incluso ciertos problemas respiratorios. [11]
- **Productos nocivos de la contaminación del aire:** La industria del cemento emplea y produce materiales con ciertas características químicas que pueden llegar a ser nocivas para la salud pública. Si el combustible no se consume completamente durante la combustión, componentes como el monóxido de carbono (CO) y VOCs pueden ser liberados. Además, en los hornos de Clinker, se producen ciertos compuestos metálicos que también son liberados a la atmósfera. [11]

2.2.4.2.2. Agua

En la fabricación del cemento se requiere de un importante consumo de agua, empleada en controlar las emisiones de polvo al aire, refrigerar los gases salientes de los hornos, enfriar el producto, etc. Cabe destacar que el empleo de filtros de mangas para el desempolvado, en vez de electro filtros, elimina la necesidad del empleo de agua. [12]

Esta agua empleada, contiene abundantes cantidades de sólidos en suspensión, aluminio, fenoles, aceites y grasas, nitratos, materia orgánica disuelta, cloruros, sulfatos, amonio, zinc y altos índices de pH. [12]

2.2.4.2.3. Áridos

Los áridos gruesos y finos suponen entre 60% y 75% del volumen total dentro del hormigón. Estos pueden proceder de una mina o bien ser manufacturados a partir del machaqueo de piedra. Algunos son subproductos de procesos industriales o incluso productos de desecho. Las arenas y gravas, suelen ser extraídas en canteras o dragadas de los lechos de los ríos y lagos. Éstas suelen suponer un mínimo proceso de tratamiento frente a los áridos obtenidos del machaqueo de roca.

Los principales impactos que estas actividades suponen son la alteración del hábitat y la creación de polvo. Por norma general, suele ser bastante complicado capturar este polvo en operaciones de cantera, machaqueo, transporte, acopio, etc.

El procesado de materiales como la sílice (comúnmente contenida en la arena), libera partículas en el aire que pueden causar irritaciones en ojos y sistema respiratorio humano. [12]

Las actividades mineras, de extracción, dragado, etc. de arena y grava suelen alterar hábitats de plantas y animales, contribuir a la erosión del suelo y a la contaminación del aire y del agua. Por último, suele ser necesaria maquinaria pesada capaz de emprender estas tareas, lo cual se traduce en un considerable consumo de combustible con su correspondiente emisión de CO₂ a la atmósfera.

2.2.4.2.4. Producción y transporte de concreto

Unas tres cuartas partes del concreto empleado, se fabrica en plantas mixtas para luego ser transportado bien en tren, barcazas o camiones. En estos procesos, así como en las propias plantas, suelen producirse pérdidas de material en forma de polvo que incluso puede contener porciones de metales pesados y cuyos efectos nocivos para la salud humana ya se han expuesto. El consumo de agua, es también un factor ambiental muy a tener en cuenta, puesto que, desde la fabricación hasta la puesta en obra, el hormigón suele requerir de grandes cantidades de agua en la práctica totalidad de procesos seguidos. Además, el agua usada suele ser devuelta al medio conteniendo ahora una gran contaminación y niveles de pH, lo que la convierte en tóxica para

la vida acuática. Es por ello que hoy en día, la mayoría de países regulan la actividad de las plantas hormigoneras obligándolas a tratar dichos vertidos. [12]

La cantidad de energía empleada, también suele depender del tipo de cemento y del uso de constituyentes puzolánicos como las cenizas volantes, humo de sílice o escoria de alto horno. Mezclas con menores cantidades de cemento y mayores porcentajes de otro de estos materiales puzolánicos, suponen una menor cantidad de energía en su fabricación, así como de emisiones de CO₂.

En cuanto al transporte, es obvio que el factor ambiental predominante son las emisiones de CO₂. Afortunadamente, en la actualidad existe un considerablemente alto número de plantas de hormigón e incluso plantas provisionales establecidas expresamente para obras de gran envergadura. Así pues, las distancias de transporte, no suelen ser demasiado largas para los componentes convencionales del hormigón, aunque sí bien es cierto, que materiales como las escorias de alto horno, humo de sílice y cenizas volantes pueden requerir transportes desde puntos más lejanos. Esto se traduce en que muchas empresas productoras de hormigón, prefieran emplear más cantidad de cemento Portland, con los consiguientes inconvenientes ambientales ya citados a lo largo del presente documento. Finalmente, mencionar que en las operaciones de mezcla y puesta en obra, el polvo de cemento puede provocar impactos negativos sobre la salud de los operarios. Suele ser un producto altamente alcalino que puede llegar a producir quemaduras en tejidos pulmonares, ojos y piel. [12]

2.2.4.3. Impacto ambiental del PVC

Para producir PVC se utilizan dos procesos fundamentales: polimerización en suspensión de cloruro de vinilo y polimerización en emulsión. La producción de cloruro de vinilo a partir de etileno y cloro, o etileno y HCl respectivamente, tiene lugar en gran medida en procesos industriales cerrados, lo cual evita la contaminación del medio ambiente. Posibles emisiones que se pueden producir accidentalmente en el entorno del trabajo o en el entorno exterior (aire y agua) son las de cloro, etileno, dicloruro de etileno, HCl, cloruro de vinilo y subproductos clorados, incluidas dioxinas, que son sustancias tóxicas bien conocidas y hacen necesarias medidas estrictas de control de emisiones. Sin embargo, al igual que en otros sectores de la industria química, a lo largo de los años se han ido produciendo continuas mejoras en los procesos de producción, y se ha determinado que actualmente se emplean las mejores tecnologías disponibles. [13]

El PVC en bruto se transforma en productos acabados en varias fases, que incluyen la mezcla del polímero con los aditivos y varios ciclos de calentamientos y enfriamientos. Este principio

se emplea en los diferentes métodos de procesamiento: extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, rotomoldeo y termoformado. [13]

Durante la mezcla y otras transformaciones pueden producirse emisiones de sustancias peligrosas, con la consiguiente exposición de los trabajadores. La mezcla del polvo de PVC y de los aditivos normalmente se realiza en un equipo cerrado, luego la exposición de los trabajadores llega a producirse en el momento de dosificar los componentes en la mezcladora. Esta exposición puede eliminarse o reducirse al mínimo, como se está haciendo en la gran mayoría de las compañías europeas. [13]

En casos de calentamiento excesivo durante el proceso de transformación de PVC, existe riesgo de emisión de una serie de compuestos de degradación, de los cuales el más importante es el ácido clorhídrico (HCl). Sin embargo, las cantidades generadas son pequeñas y tienen un potencial bajo de efectos negativos sobre el medio ambiente.

En general, tienen que tomarse medidas de protección de los trabajadores y del medio ambiente durante el proceso de la producción y transformación del PVC. Sin embargo, no hay razones científicas por las que estas medidas tengan que ser diferentes o más estrictos que en la fabricación y procesado de otros materiales plásticos. [13]

- **Petróleo:** Sólo el 43% de la composición del PVC depende del petróleo, por tanto, se obtiene una eficiencia frente a tuberías poliolefínicas que derivan 100% del mismo.
- **Eficiencia en la Gestión de Residuos:** El PVC es un material 100% reciclable que puede ser reutilizado después de su reciclaje en la fabricación de otras aplicaciones plásticas, donde los requerimientos técnicos exigidos a la materia prima son menores. De esta forma, se reduce el consumo de materias primas vírgenes y también el volumen de los residuos generados.
- **Optimización de Recursos Hídricos:** Las redes actuales registran un elevado porcentaje de fugas del agua canalizada, debido tanto a la falta de estanqueidad de las uniones, como a las roturas producidas por el deterioro de los tubos. En muchos casos, esto lleva a que las canalizaciones tengan que ser reemplazadas pocos años después de ser instaladas.
- **Optimización del transporte:** Gracias al menor peso de la tubería, podemos transportar más cantidad de material, por tanto, realizaremos ahorro de combustible y minimizaremos de las emisiones de CO₂.
- **Eficiencia en costes de instalación:** Debido a su menor peso, es más ligera y manejable que los tubos fabricados con otros materiales. Así, la manipulación y la conexión de los tubos, se pueden hacer manualmente hasta diámetros de 250 mm, con lo que se reduce la utilización

de maquinaria, repercutiéndose en menor consumo de combustible y de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

- Su energía incorporada es de 55,4 – 61,2 MJ/kg en la producción primaria.
- Su huella de carbono es de 2,37 – 2,62 kg/kg en la producción primaria.
- Su uso de agua es 0,197 – 0,218 m³/kg.

2.2.4.4. Impacto ambiental del EPS

El Poliestireno Expandido (EPS) se define técnicamente como: “Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de Poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire”. [14]

La abreviatura EPS deriva del inglés Expanded PolyStyrene. Este material es conocido también como Telgopor o Corcho Blanco. La materia prima, el poliestireno expandible, se obtiene por polimerización del estireno con introducción de un agente de expansión: el pentano. Este polímero se presenta en perlas esféricas de diámetros entre 0,3 y 2 mm. (Doménech, 2007).

El Poliestireno Expandido - EPS se obtiene a partir del poliestireno expandible después de tres fases de fabricación: Pre-expansión (el vapor de agua dilata el pentano y expande las perlas hasta 50 veces su volumen inicial), Maduración de las perlas preexpandidas (permite su estabilización física) y Moldeo (las perlas pre-expandidas se introducen en un molde cerrado, sometido a una inyección de vapor de agua, las perlas se vuelven a expandir ocupando todo el espacio del molde, soldándose entre ellas para formar un bloque). [14]

- **Gases:** El poliestireno expandido o expandible no utiliza, ni ha utilizado nunca, gases expandentes de la familia de los CFCs, HCFCs y HFCs y, por lo tanto, su fabricación y uso no conlleva ningún tipo de efecto sobre la degradación de la Capa de Ozono. [14]

Petróleo: Como todos los materiales plásticos el poliestireno expandible deriva en último término del petróleo, aunque hay que tener en cuenta que solo un 7% del petróleo se dedica a la fabricación de productos químicos y plásticos frente a un 93% dedicado a transporte (gasolinas) y calefacción. [14]

- **Peligrosidad ambiental:** Numerosos análisis del ciclo de vida han mostrado que el Poliestireno Expandido presenta un impacto ambiental claramente inferior al de otros materiales competidores destinados al mismo uso. De todos modos, precisamente lo mismo que hace que los artículos sean útiles para los consumidores, su durabilidad y estabilidad, es

también un problema para el medio marino. Estos residuos son señales visibles de un problema mucho mayor. No se degradan como los materiales naturales, y en el mar o en tierra, bajo la influencia del sol, de la acción de las olas y la abrasión mecánica se descomponen lentamente en partículas aún más pequeñas. [14]

Además, el poliestireno expandido en concreto puede ser fatal para la vida marina pues flota en la superficie del océano, se descompone en bolitas que la fauna marina confunde con comida, ingiriéndolas. Las tortugas de mar, por ejemplo, pierden su capacidad de sumergirse y mueren de hambre al ingerir estos compuestos. [14]

Los impactos del poliestireno expandido se ven agravados también por su gran persistencia en el medio, al no degradarse en éste. En caso de adherirse a cuerpos más pesados, puede sedimentar e irse al fondo, pero si no puede permanecer flotando en el mar indefinidamente.

- Su energía incorporada es de 77 – 85,1 MJ/kg en la producción primaria.
- Su huella de carbono es de 2,64 – 2,92 kg/kg en la producción primaria.
- Su uso de agua es 0,0553 – 0,0611 m³/kg.

2.2.5. NORMA E.020 CARGAS. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006

Esta norma establece los parámetros de resistencia de cargas que se impugnan como consecuencia de su uso previsto; estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su Norma de diseño específica. En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma.

En este estudio se tiene presente los tres tipos de cargas que actuaran en la edificación, las cuales tenemos:

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.

Carga Viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación.

Carga de Sismo: Son las cargas que actúan en los entrepisos de la estructura y que se obtienen de acuerdo al cortante basal de la edificación (se detallara más adelante).

Todas las cargas consideradas en la presente Norma, se considerará que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural considerando, con las reducciones, cuando sean aplicables, las cuales mencionamos a continuación:

- **Combinación 1** = $1.4CM + 1.7CV$
- **Combinación 2** = $1.25CM + 1.25CV + CS$
- **Combinación 3** = $1.25CM + 1.25CV - CS$
- **Combinación 4** = $0.9CM + CS$
- **Combinación 5** = $0.9CM - CS$

Siendo estas las principales, pero en cuestión del análisis se tendrán en cuenta 20 combinaciones de acuerdo con los dos ejes de análisis de la Edificación.

2.2.6. NORMA E.030. DISEÑO SISMO-RESISTENTE. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones, 2018.

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el Artículo 3 de dicha Norma.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

La filosofía del diseño sismo-resistente consiste en:

- Evitar pérdidas de vidas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta Norma los siguientes principios para el diseño.

La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

La normativa peruana propone una expresión para determinar el cortante en la base similar a la expresión de la normativa anterior de 1977. Esta expresión es:

$$V = \frac{ZUSC}{R} * W$$

Donde, Z es un factor de zona; U es un factor de uso o importancia; S es un factor de suelo; C es un coeficiente sísmico; R es el factor de reducción por ductilidad y redundancia estructural y W es el peso del edificio. Adicionalmente se debe verificar que $\frac{C}{R} \geq 0.125$

El factor de zona (Z) varía entre 0,45 y 0,10 y corresponde a la aceleración máxima del terreno con una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años. El factor de importancia del edificio, U, varía entre 1,5 para edificios esenciales hasta 1 para edificios comunes. El factor de suelo, S, varía entre 0.80 y 2.00 para suelos de roca o suelos muy rígidos y suelos flexibles o con estratos de gran espesor, respectivamente. El factor de amplificación sísmica, C, se define mediante la expresión $C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$, y corresponde a la amplificación dinámica de la aceleración en la base. Su valor máximo se limita a 2,5. El factor T_p es un período ligado al tipo de terreno que varía entre 0.3 y 1.0 para suelos rígidos y flexibles, respectivamente. El factor T es el período fundamental del edificio. El coeficiente de reducción de fuerzas por ductilidad e hiperestatismo se define en función del sistema estructural para cargas laterales y verticales. Los edificios de acero, los pórticos dúctiles de concreto armado y el sistema dual tienen la máxima reducción correspondiente a 8 y no tienen limitación de altura. Estructuras en base a muros de cortante de concreto armado tienen un coeficiente de reducción de 3, también sin limitación de altura.

2.2.7. NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones, 2018.

Esta Norma establece los requisitos, desde el punto de vista de la Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

Se aplica a los EMS para la cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Su obligatoriedad se reglamenta en esta misma Norma y su ámbito de aplicación

comprende todo el territorio nacional. Las exigencias de esta Norma se consideran mínimas. La presente Norma no toma en cuenta los fenómenos de geodinámica externa o en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En estos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

2.2.8. NORMA E.060 CONCRETO ARMADO. 2009. PERÚ: Reglamento nacional de edificaciones.

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el Diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, pre esforzado y simple.

Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma. Lo establecido en esta Norma tiene prioridad cuando está en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia.

Para estructuras especiales tales como arcos, tanques, reservorios, depósitos, silos, chimeneas y estructuras resistentes a explosiones, las disposiciones de esta Norma regirán en lo que sean aplicables. La concepción estructural deberá hacerse de acuerdo con los criterios de estructuración indicados en la NTE E.030 Diseño Sismoresistente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

2.3. Diseño de investigación

2.3.1. Tipo de investigación y diseño de contrastación de hipótesis

De acuerdo con el tipo de investigación, esta es aplicada, porque busca la utilización de los conocimientos adquiridos en la práctica de la Ingeniería Civil, ya que consiste fundamentalmente en utilizar vigas de sección poco convencional y utilizarlos como elementos estructurales.

Según su enfoque es mixta ya que los resultados obtenidos son cualitativos como cuantitativos. Por el nivel de investigación, la presente tesis se clasifica en no experimental, aplica teorías actualmente conocidas en un elemento utilizado de manera poco convencional. Además, la investigación es descriptiva simple, busca y recoge información en forma directa para obtener los resultados, así como sus posteriores conclusiones.

2.3.2. Hipótesis

El empleo de vigas de concreto de sección hueca permitirá optimizar el comportamiento estructural de las edificaciones.

2.3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE		DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	INDICE	
INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE					
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION	Comportamiento global	Deriva de entrepiso	Análisis lineal elástico, tabla 11-E.030	cm	7%
			Peso sísmico	Metrado de cargas	Tn	7%
			Fuerza cortante en la base	Coficiente sísmico de diseño	Tn	7%
			Rigidez	Matriz de rigidez	Tn/m	7%
		Comportamiento local	Resistencia a la flexión	Momento último	Tn.m	11%
			Resistencia al corte	Cortante último	Tn	11%
			Resistencia a la torsión	Torsor crítico	Tn.m	11%
	EVALUACIÓN DE COSTOS	Constructibilidad	Encofrado recuperable	Metrado	pie2	4%
			Encofrado perdido	Metrado	m	4%
			Rendimiento vaciado de concreto	Análisis de costos unitarios	m3/día	6%
		Presupuesto	Especialidad de estructuras	Costos unitarios	Soles	10%
	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Gases de Efecto Invernadero	Huella de carbono	Inventario de emisiones de GEI	Ton/m3	15%

2.3.4. Población, muestra de estudio y muestreo

La población específica para el desarrollo del presente proyecto consta de tres edificaciones localizadas en la provincia de Chiclayo.

2.3.5. Métodos y técnicas de recolección de datos

Observación Directa: Observando las variables en su contexto natural.

Análisis de contenido: Sistematizando e interpretando la información obtenida diversas fuentes (bibliográficas, planos, programas, ensayos, etc.)

2.3.6. Técnicas de procesamiento de datos

FASE I

1. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.
2. Revisión de la normativa nacional e internacional vigente y alineación de la información de las mismas.
3. Aprender sobre el análisis y el diseño de los elementos estructurales a aplicar en el presente proyecto de investigación.

FASE II

4. Realizar los Estudios de Mecánica de Suelos correspondientes.
5. Iniciar la evaluación de impacto ambiental.
6. Analizar y realizar la estructuración óptima con vigas de sección convencional.
7. Analizar y realizar la estructuración óptima con vigas de sección hueca.
8. Análisis y realizar el Diseño sismoresistente de las Edificaciones en Estudio.

FASE III

9. Diseño de los elementos estructurales de la edificación con vigas de sección convencional.
10. Diseño de los elementos estructurales de la edificación con vigas de sección hueca.
11. Continuación de la evaluación de impacto ambiental.

FASE IV

12. Realizar los metrados de estructuras.
13. Elaboración de Costos y Presupuesto de las Edificaciones a nivel estructural.
14. Informe final de la evaluación de impacto ambiental.
15. Evaluar y comparar, ventajas y desventajas técnicas y económicas de los sistemas de diseño seleccionados.
16. Análisis de resultados finales.

2.3.7. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
¿Qué aporte técnico-estructural tendrá la optimización de edificaciones empleando vigas de concreto de sección hueca?	Objetivo general Determinar la influencia del empleo de vigas de concreto de sección hueca en edificios que se desarrollaran en la provincia de Chiclayo.	El empleo de vigas de concreto de sección hueca permitirá optimizar el comportamiento estructural de las edificaciones.	Variables independientes • Vigas de concreto de sección hueca.
	Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> • Analizar las bases teóricas, científicas sobre el diseño estructural por flexión, corte y torsión en vigas, • Diseñar todas las vigas de concreto de secciones convencionales y vigas de concreto huecas, de las edificaciones en estudio. • Realizar el análisis comparativo entre los edificios con vigas de concreto de secciones convencionales y edificios con vigas de concreto huecas. • Realizar el estudio de mecánica de suelos, con la finalidad de determinar y definir los parámetros de diseño. • Evaluar la diferencia de costos al emplear vigas de concreto de sección llena con vigas de sección hueca. • Analizar el impacto ambiental de los materiales nuevos a incorporar, para generar la viga de sección hueca. 		Variables dependientes <ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento estructural. • Evaluación de costos. • Evaluación de impacto ambiental.

2.4. Procedimientos

Se diseñaron tres edificaciones multifamiliares distintas, cada una de ellas localizadas en diferentes distritos de la Provincia de Chiclayo, con el propósito de analizar estructuralmente edificaciones con distinto suelo, de esta manera se logró analizar diferentes parámetros sísmicos. Cada una de las tres edificaciones se diseñó con tres tipos de vigas de concreto distintos (vigas llenas, vigas huecas rectangulares y vigas huecas circulares).

Para facilitar la investigación se ha decidido nombrar a los edificios con sus respectivas vigas de la siguiente manera:

- **Edificio “A”:** Este edificio se localiza en la Mz. F; Lt.22 -Urb. El Obelisco – JLO, consta de una vivienda multifamiliar de 05 niveles. Este edificio se diseñó con tres (03) tipos de viga distinta, que se les nombró de la siguiente manera:

A.LL: Edificio “A” diseñado con vigas de sección llena.

A.HR: Edificio “A” diseñado con vigas de sección hueca rectangular.

A.HC: Edificio “A” diseñado con vigas de sección hueca circular.

- **Edificio “B”:** Este edificio se localiza en la Mz. D Lt. 09 - Calle Virgen María S/N - Urb. Las Brisas, consta de una vivienda multifamiliar de cuatro (04) niveles. Este edificio se diseñó con tres (03) tipos de viga distinta, que se les nombró de la siguiente manera:

B.LL: Edificio “B” diseñado con vigas de sección llena.

B.HR: Edificio “B” diseñado con vigas de sección hueca rectangular.

B.HC: Edificio “B” diseñado con vigas de sección hueca circular.

- **Edificio “C”:** Este edificio se localiza en la Calle Maquí N° 184 – Diego Ferre – La Victoria, consta de una vivienda multifamiliar de cinco (05) niveles. Este edificio se diseñó con tres (03) tipos de viga distinta, que se les nombró de la siguiente manera:

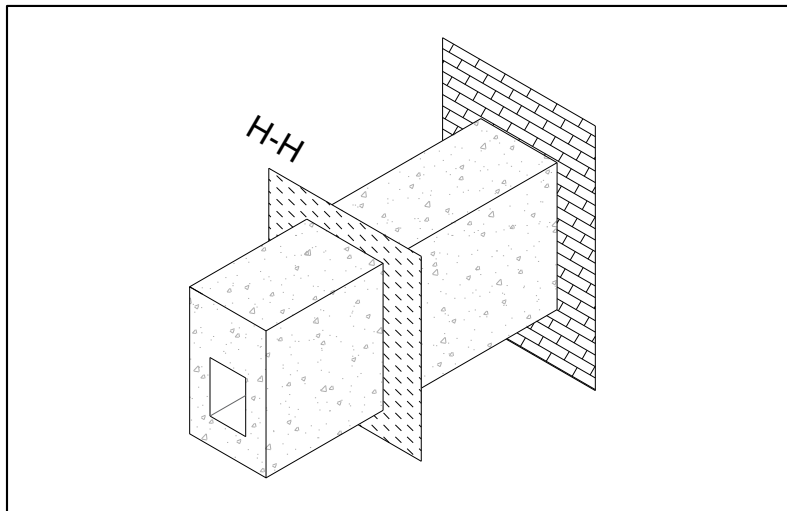
C.LL: Edificio “C” diseñado con vigas de sección llena.

C.HR: Edificio “C” diseñado con vigas de sección hueca rectangular.

C.HC: Edificio “C” diseñado con vigas de sección hueca circular.

De acuerdo a la teoría ya mencionada en los capítulos anteriores, se pretende optimizar las vigas de concreto con una sección hueca en el centro de estas, tal como se muestra en la Imagen 20.

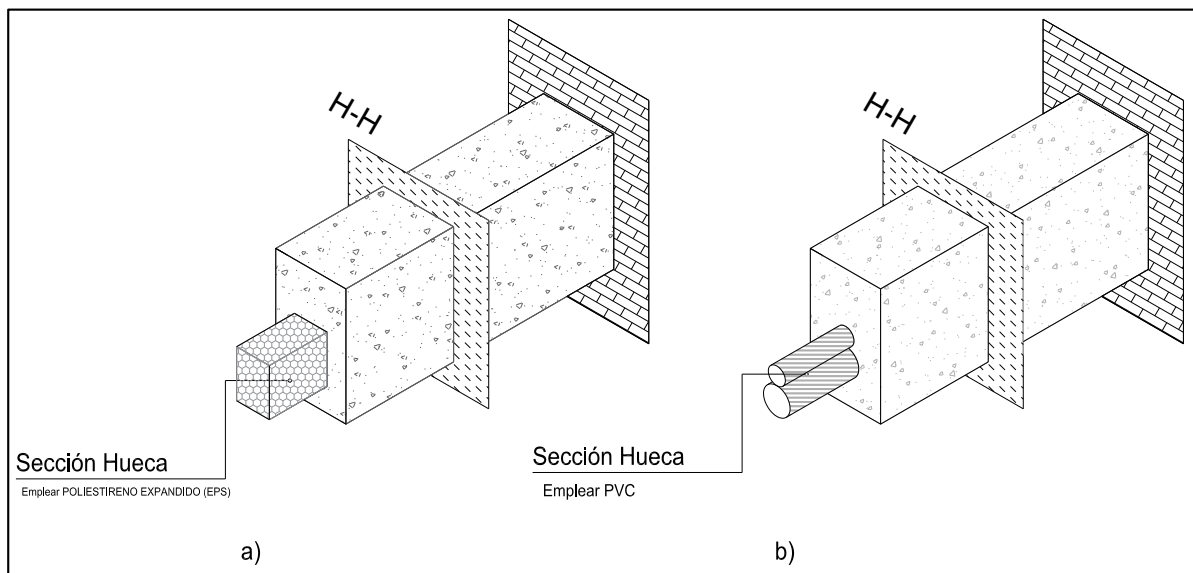
Imagen 20: Idealización de viga con sección hueca.



Fuente: Elaboración propia.

La sección hueca se logró mediante el empleo de encofrados perdidos, de acuerdo a los materiales actuales que se encuentran en el mercado nacional. Dichos materiales empleados son: Poliestireno Expandido (Imagen 21-a) y PVC (Imagen 21-b).

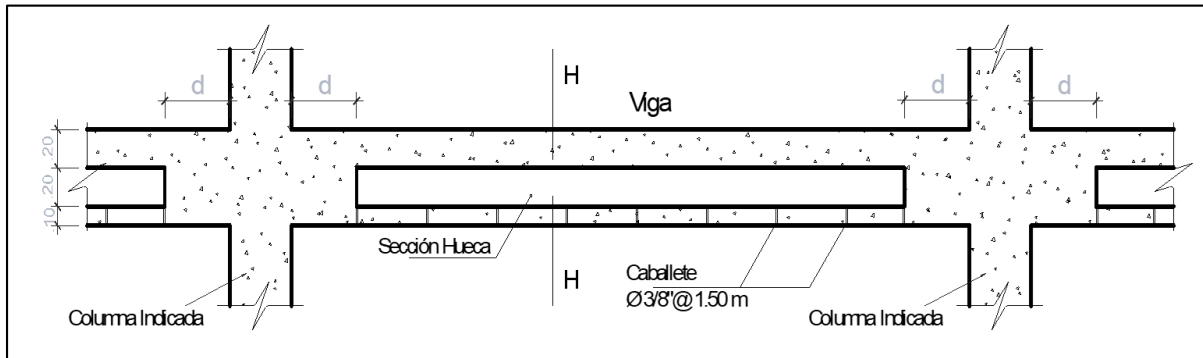
Imagen 21: Tipos de encofrados perdidos a emplear.



Fuente: Elaboración propia.

Para lograr la posición adecuada del encofrado perdido (EPS y PVC) se emplearon caballetes de acero de 3/8", garantizando la correcta ubicación en los elementos horizontales, dichos caballetes están espaciados como máximo a 1.50m de distancia tal como se muestra en la Imagen 22.

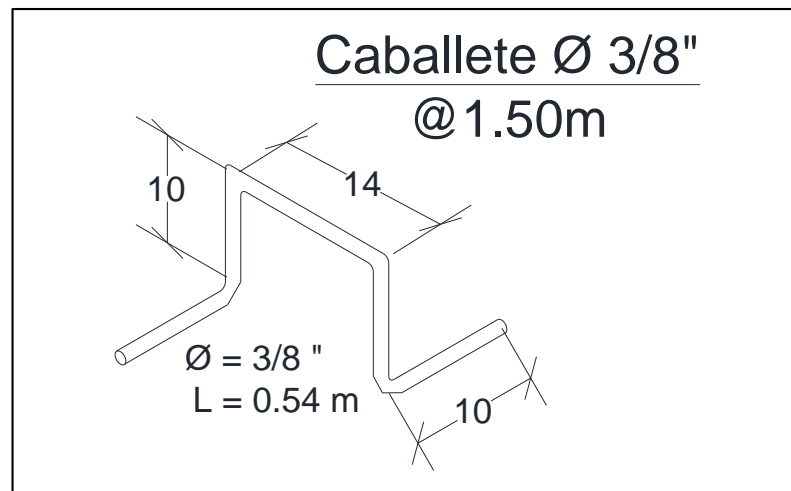
Imagen 22: Ubicación del encofrado perdido en las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Los caballetes empleados tienen una longitud total de 0.54m, en los cuales se realiza 4 doblados de 90°, para lograr su estabilidad en la colocación sobre el encofrado convencional de las vigas, esto se detalla en la Imagen 23.

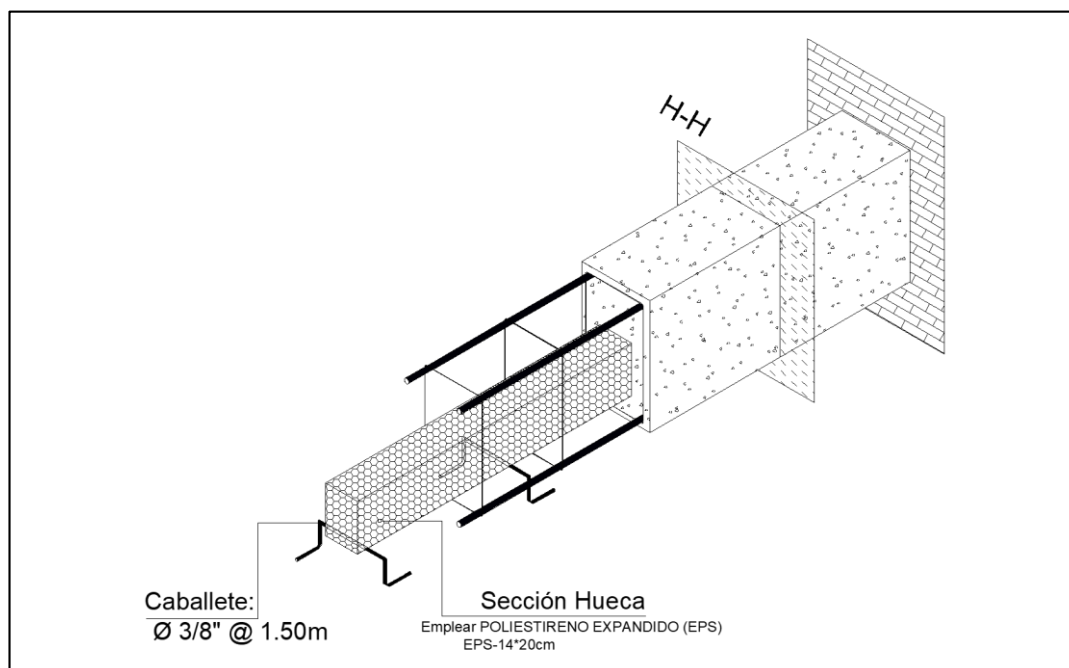
Imagen 23: Detalle de caballete de 3/8"



Fuente: Elaboración propia.

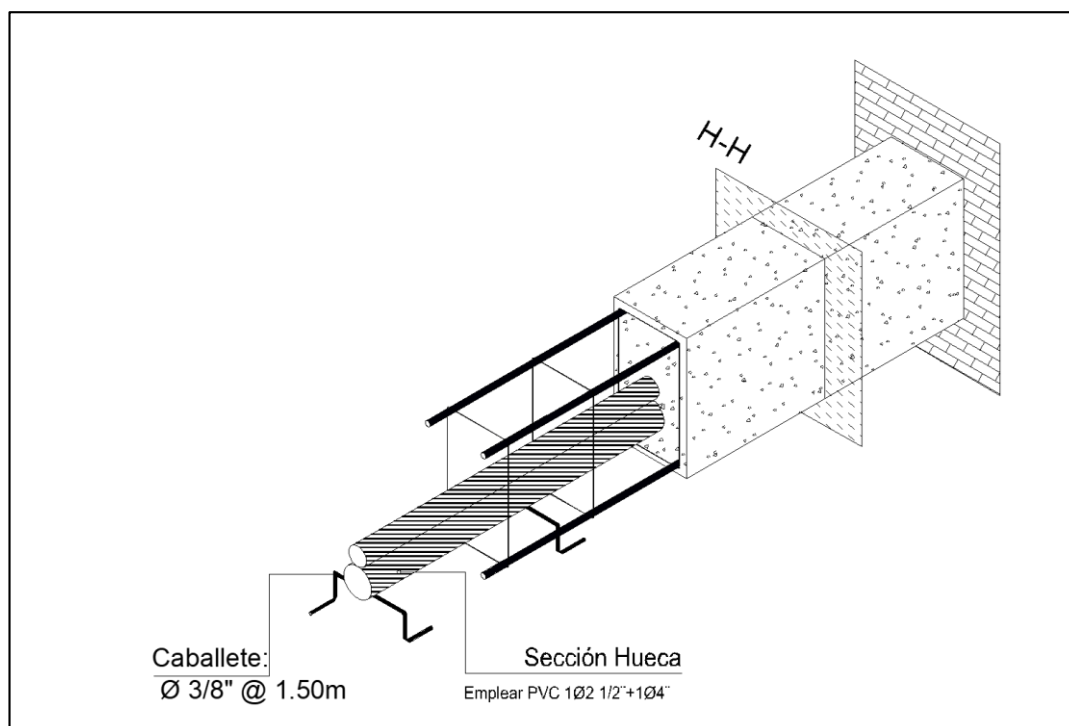
Las secciones de vigas con sección hueca, están conformadas por: Acero corrugado longitudinal, estribos, caballetes, concreto, dados para estribos y encofrado perdido. Este último dependiendo del tipo de sección hueca que se quiera obtener; para lograr una sección hueca rectangular se empleó Poliestireno Expandido de 14x20cm (Imagen 24), mientras que la sección hueca circular se consigue empleando dos tuberías de PVC de diámetros 2 ½" y 4" (Imagen 25).

Imagen 24: Isométrico de viga hueca rectangular.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 25: Isométrico de viga hueca circular.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe un resumen de todo lo realizado en la presente investigación, cabe resaltar que todo lo descrito en este resumen se encuentra de manera más detallada y concisa en los apartados de bases teóricas.

Para continuar con el diseño de las estructuras, se ha seleccionado las características principales de la viga como son las dimensiones de estas; para luego analizar las propiedades que tienen y como varían de acuerdo a las modificaciones que sufre la viga al generarse un vacío dentro de ellas.

Las principales características que servirán de referencia en el diseño de las vigas son:

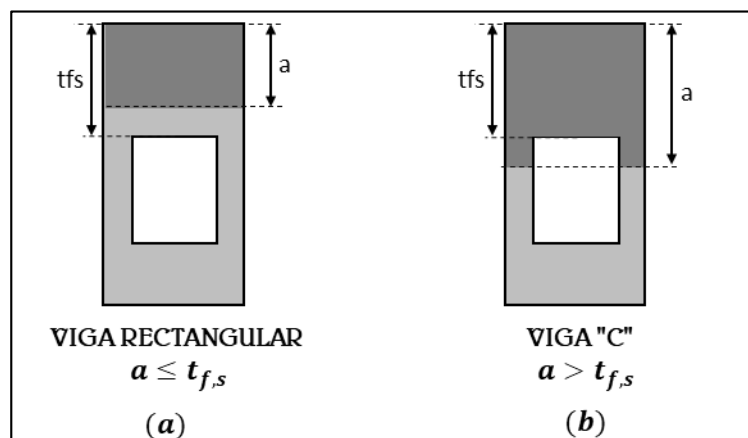
- Área neta de concreto.
- Inercia de la sección.
- Resistencia al corte de la sección transversal.
- Resistencia a la torsión de la sección transversal.

Estas características son importantes de evaluar, ya que son estas las que hacen que una viga pueda trabajar en buen estado. Así mismo se evalúa si las vigas de sección hueca, tanto rectangulares como circulares, se diseñarán como vigas rectangulares o vigas “T”; esto se deduce gracias a la formula siguiente:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

Sí “a” es menor que el patín superior “tfs”, se diseña como viga rectangular, tal como se muestra en la figura 26(a) y 27(a). En el caso que “a” supere la dimensión del patín “tfs”, se tendrá que diseñar como viga de sección hueca, como se muestra en la imagen 26(b) y 27(b).

Imagen 26: Dimensiones de “a” en viga hueca rectangular.



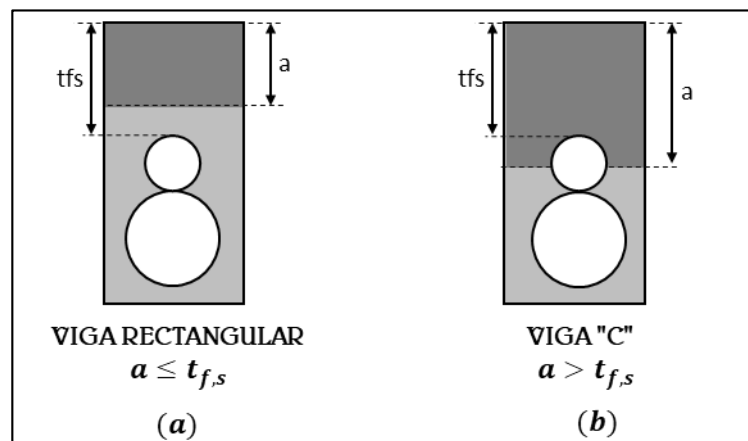
Fuente: Elaboración propia.

Al emplear vigas huecas, se ha verificado que su resistencia a la torsión no afecte en el diseño, para realizar dicha verificación se ha empleado la formula presentada en el R.N.E E.060 11.6.1(a):

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

Esta fórmula nos indica que si el torsor ultimo (T_u) es menor que la cuarta parte del torsor de agrietamiento (T_{cr}), no será necesario el diseño por torsión.

Imagen 27: Dimensiones de “a” en viga hueca circular.



Fuente: Elaboración propia.

Además, el R.N.E E.060 11.6.3.1(a), nos proporciona una fórmula para evaluar si la sección hueca a emplear es la correcta para garantizar un correcto desempeño frente a las cargas de torsión y corte, dicha expresión es:

$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

Para el correcto análisis sísmico de las edificaciones, fue necesario realizar Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) de cada terreno donde se localizan los edificios, así determinamos datos claves que sirvieron para realizar dicho análisis, también verificamos que tan agresivos son los suelos cuando estos se pongan en contacto con la edificación.

Luego, se procedió al modelamiento de las estructuras mediante el software SAP2000, en este modelamiento se encontraron datos importantes: las derivas de cada edificio y se verificaron con las normas respectivas, las fuerzas sísmicas horizontales, el peso sísmico de la edificación

además de otros datos relevantes. Como ya se mencionó primero se analizaron los edificios con vigas de sección convencional para luego realizar el análisis de los edificios con vigas de sección hueca.

Una vez analizados sísmicamente las edificaciones, se continuó con el diseño de los elementos estructurales de las edificaciones.

Después de diseñar los elementos se procedió a realizar el análisis de los costos y presupuestos de las estructuras de las edificaciones con los tres tipos de vigas.

Luego se realizó el impacto ambiental, mediante la huella de carbono, para determinar la contaminación generada por cada material empleado en la construcción de los diferentes tipos de vigas huecas.

Una vez realizados todos estos procedimientos se analizó los diferentes aspectos investigados para llegar a las conclusiones de la investigación y así llegar a ver si la hipótesis formulada es correcta.

2.4.1. Análisis comparativo según tipo de vigas

El análisis comparativo que se realizó a las edificaciones, se dio según el tipo de viga que se empleará, se ha realizado el análisis de 3 edificios, cada uno diseñado con 3 tipos de viga:

- Viga convencional (Sección llena).
- Viga hueca rectangular.
- Viga hueca circular.

La comparación será de acuerdo a las características que varíen al cambiar la sección de la viga, algunas de las comparaciones analizadas son:

- Área de sección de viga.
- Inercia de viga.
- Resistencia al esfuerzo cortante.
- Peso sísmico de los edificios.
- Desplazamiento por nivel de los edificios.
- Fuerzas sísmicas actuantes en los edificios.
- Esfuerzos en los elementos de los edificios, etc.

Estas comparaciones se describen detenidamente en el capítulo de resultados, discusión y en los respectivos anexos de la presente investigación.

Las secciones huecas de las vigas se han realizado mediante encofrados perdidos, estos encofrados son los encargados de cambiar las secciones transversales de los diferentes tipos de vigas analizadas.

Cuadro 3: Edificios con el tipo de vigas analizada.

Edificio A	Viga convencional – V.LL
	Viga hueca rectangular – V.HR
	Viga hueca circular – V.HC
Edificio B	Viga convencional – V.LL
	Viga hueca rectangular – V.HR
	Viga hueca circular – V.HC
Edificio C	Viga convencional – V.LL
	Viga hueca rectangular – V.HR
	Viga hueca circular – V.HC

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Estudio de mecánica de suelos

La investigación consistió en realizar el EMS de cada uno de los edificios ya que se encuentran en diferentes puntos de la provincia de Chiclayo. En cada zona de la edificación se realizaron 3 sondeos con SPT, tal como lo especifica la norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Dentro de estos estudios, se nos permitió conocer la composición real del subsuelo. Fue de suma importancia evaluar las condiciones en las que se encuentra el área o terreno antes de construir, para saber las características y técnicas que se requieren y así realizar una estructura óptima para la edificación, evitando asentamientos durante y después de la construcción.

El estudio de mecánica de suelos consistió en realizar perforaciones sobre la superficie del terreno para obtener muestras particulares del subsuelo. Con ello se supo la capacidad de carga del suelo, así como las virtudes o irregularidades que pudiera beneficiar o afectar al proyecto. La utilización del SPT requirió las siguientes correcciones al número de golpes: corrección de campo, por equipo, por energía, por nivel freático y por sobrecarga, a través de las fórmulas de los autores: Seed y colaboradores, Burland y Burbidge.

Estos datos anteriormente mencionados fueron indispensables para el cálculo estructural del proyecto, para la consideración de la solución estructural más conveniente, óptima y económica. Todos los EMS se detallan más en el Anexo 04.

2.4.3. Análisis económico

En base a la evaluación por la especialidad (Estructuras), se determinaron las partidas que conforman el presupuesto de obra, lo cual ha permitido también establecer la unidad de medida que tendrán, para el análisis y el cálculo del precio unitario correspondiente.

Siendo las partidas generales que conforman el presupuesto, las siguientes:

- Trabajos preliminares.
- Trazo, niveles y replanteo.
- Movimiento de tierras.
- Obras de concreto simple.
- Obras de concreto armado.

Todo lo relacionado a este análisis, se encuentra en el Anexo N° 05: Análisis económico de los sistemas.

2.4.4. Análisis de impacto ambiental de los materiales

El objetivo principal de este análisis es proporcionar información que permita dar a conocer las diferencias de contaminación ambiental que se obtendrán al emplear distintos tipos de materiales en las vigas.

En esta investigación se ha empleado un método relativamente nuevo, cómo es la “Huella de Carbono”, en este método se analizaron específicamente los materiales que se varían de acuerdo al tipo de viga predominante (EPS y PVC que se empleará como encofrado perdido).

IV. RESULTADOS

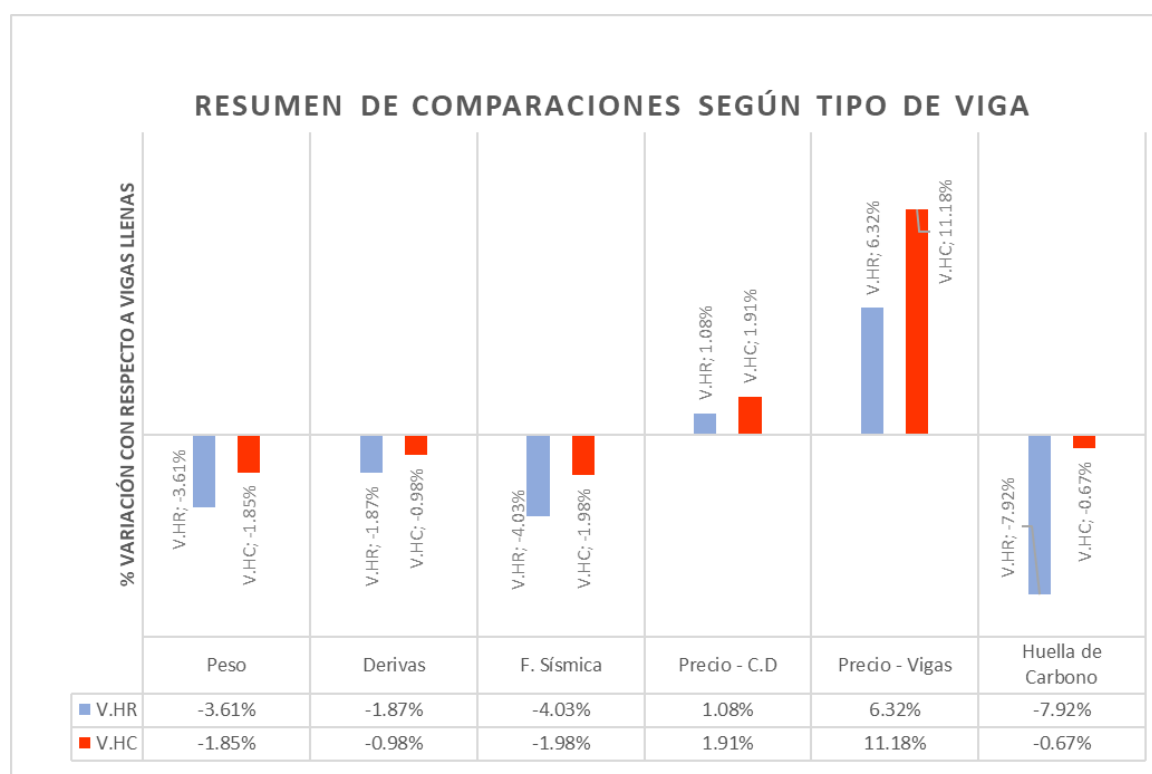
De acuerdo con lo analizado se presenta a continuación un cuadro resumen con los resultados obtenidos, que se detallan en el presente capítulo.

Cuadro 4: Resumen de Resultados.

	EDIFICIO																										
	A.LL			A.HR			A.HC			B.LL			B.HR			B.HC			C.LL			C.HR			C.HC		
SISTEMA ESTRUCTURAL	DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I			DUAL T.I		
VIGA USADA																											
SECCIÓN																											
b*h	30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm			30 x 50 cm		
tf _c / tf _i	-			20 / 10 cm			21.30 / 10 cm			-			20 / 10 cm			21.30 / 10 cm			-			20 cm			21.30 cm		
tw min	-			8 cm			9.30 cm			-			8 cm			9.30 cm			-			8 cm			9.30 cm		
INERCIA	312500 cm4	100%		294560.11	94%		302041.81	97%		312500 cm4	100%		294560.11	94%		302041.81	97%		312500 cm4	100%		294560.11	94%		302041.81	97%	
AREA	1500 cm2	100%		1220 cm2	81%		1356 cm2	90%		1500 cm2	100%		1220 cm2	81%		1356 cm2	90%		1500 cm2	100%		1220 cm2	81%		1356 cm2	90%	
Vn	51.84 Tn	100%		27.65 Tn	53%		32.14Tn	62%		51.84 Tn	100%		27.65 Tn	53%		32.14Tn	62%		51.84 Tn	100%		27.65 Tn	53%		32.14Tn	62%	
PESO																											
5° Nivel	206.92			198.20			202.47			-			-			-			278.54			267.50			272.90		
4° Nivel	199.02			191.22			195.04			251.71			241.97			246.73			282.96			273.05			277.89		
3° Nivel	199.02			191.22			195.04			244.54			235.85			240.11			282.96			273.05			277.89		
2° Nivel	199.02			191.22			195.04			244.54			235.85			240.11			282.96			273.05			277.89		
1° Nivel	229.84			222.05			225.87			215.77			209.32			212.47			331.81			321.94			326.77		
TOTAL=	1033.83 Tn	100%		993.91 Tn	96.1%		1013.44 Tn	98.0%		956.57 Tn	100%		922.99 Tn	96.5%		939.41 Tn	98.2%		1459.22 Tn	100%		1408.58 Tn	96.5%		1433.36 Tn	98.2%	
DERIVAS																											
1° Nivel (X-X)	0.487 cm	100%		0.472 cm	97%		0.480 cm	98%		0.460 cm	100%		0.451 cm	98%		0.455 cm	99%		0.136 cm	100%		0.132 cm	97%		0.138 cm	101%	
2° Nivel (X-X)	0.981 cm	100%		0.955 cm	97%		0.968 cm	99%		0.878 cm	100%		0.863 cm	98%		0.870 cm	99%		0.283 cm	100%		0.274 cm	97%		0.288 cm	102%	
3° Nivel (X-X)	1.463 cm	100%		1.429 cm	98%		1.445 cm	99%		1.255 cm	100%		1.237 cm	99%		1.245 cm	99%		0.450 cm	100%		0.436 cm	97%		0.460 cm	102%	
4° Nivel (X-X)	1.883 cm	100%		1.846 cm	98%		1.863 cm	99%		1.558 cm	100%		1.539 cm	99%		1.547 cm	99%		0.621 cm	100%		0.601 cm	97%		0.637 cm	103%	
5° Nivel (X-X)	2.243 cm	100%		2.203 cm	98%		2.222 cm	99%		-	-		-	-		-	-		0.786 cm	100%		0.761 cm	97%		0.807 cm	103%	
1° Nivel (Y-Y)	0.464 cm	100%		0.453 cm	98%		0.458 cm	99%		0.405 cm	100%		0.396 cm	98%		0.400 cm	99%		0.447 cm	100%		0.439 cm	98%		0.470 cm	105%	
2° Nivel (Y-Y)	0.887 cm	100%		0.874 cm	98%		0.880 cm	99%		0.810 cm	100%		0.795 cm	98%		0.802 cm	99%		0.881 cm	100%		0.871 cm	99%		0.947 cm	108%	
3° Nivel (Y-Y)	1.282 cm	100%		1.267 cm	99%		1.274 cm	99%		1.190 cm	100%		1.172 cm	99%		1.181 cm	99%		1.306 cm	100%		1.296 cm	99%		1.423 cm	109%	
4° Nivel (Y-Y)	1.598 cm	100%		1.582 cm	99%		1.589 cm	99%		1.505 cm	100%		1.486 cm	99%		1.496 cm	99%		1.674 cm	100%		1.665 cm	99%		1.841 cm	110%	
5° Nivel (Y-Y)	1.817 cm	100%		1.803 cm	99%		1.809 cm	100%		-	-		-	-		-	-		1.972 cm	100%		1.966 cm	100%		2.187 cm	111%	
FUERZA SÍSMICA																											
S.E	209.32 Tn	100%		200.69 Tn	96%		205.30 Tn	98%		198.93 Tn	100%		190.87 Tn	96%		194.81 Tn	98%		304.41 Tn	100%		292.45 Tn	96%		298.51 Tn	98%	
VARIAC. DE PRECIOS																											
C.D	S/ 519,979.46	100%		S/ 525,848.09	101.13%		S/ 530,569.12	102.04%		S/ 628,299.51	100%		S/ 635,368.30	101.13%		S/ 639,328.65	101.76%		S/ 809,351.79	100%		S/ 817,357.46	100.99%		S/ 824,917.77	101.92%	
PART. VIGAS	S/ 90,914.64	100%		S/ 96,783.27	106.46%		S/ 101,504.30	111.65%		S/ 112,470.54	100%		S/ 119,539.33	106.29%		S/ 123,499.68	109.81%		S/ 128,846.97	100%		S/ 136,852.64	106.21%		S/ 144,412.95	112.08%	
HUELLA DE CARBONO																											
CO2 (Tn)	73.13	100%		67.78	92.68%		72.68	99.38%		92.18	100%		84.73	91.92%		91.55	99.32%		102.36	100%		93.80	91.64%		101.64	99.30%	

Según el cuadro antes mencionado, se ha realizado un gráfico de barras, en donde se muestra el promedio de los resultados obtenidos, según el tipo de viga predominante en la edificación. Estas variaciones mostradas son el resultado al compararlas con los resultados obtenidos de los edificios con vigas de sección llena, que sería el eje horizontal neutro de la gráfica. Las barras de color azul corresponden a los datos de la viga de sección hueca rectangular, mientras que los de color rojo son los datos de las vigas de sección hueca circular.

Cuadro 5: Resumen del promedio de comparaciones según tipo de viga.



Fuente: Elaboración propia.

4.1. Análisis de diseño de vigas

Los esfuerzos resultantes de las envolventes de las vigas con sección convencional, contrastadas con las envolventes de las vigas de sección hueca rectangular y circular, no tienen mucha variación, tal como se muestra en el Cuadro 6, en dicha tabla se muestran las diferencias máximas y mínimas de cada tipo de viga, en el Anexo 02 se muestran las tablas detalladamente con todos los elementos analizados.

Cuadro 6: Comparación de envolventes de acuerdo al tipo de viga.

COMPARACION DE ENVOLVENTES A.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.883	2.248	0.226	0.052	0.088	1.399
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-1.000	-2.138	-0.180	-0.052	-0.089	-1.263

COMPARACION DE ENVOLVENTES A.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.355	0.923	0.095	0.016	0.033	0.536
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.428	-0.877	-0.077	-0.017	-0.033	-0.487

COMPARACION DE ENVOLVENTES B.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.397	1.790	0.129	0.117	0.083	1.215
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.402	-1.895	-0.170	-0.117	-0.085	-1.134

COMPARACION DE ENVOLVENTES B.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.167	0.716	0.054	0.036	0.030	0.484
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.163	-0.777	-0.070	-0.041	-0.031	-0.451

COMPARACION DE ENVOLVENTES C.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.701	1.585	0.137	0.131	0.054	1.235
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.494	-1.585	-0.137	-0.131	-0.054	-1.168

COMPARACION DE ENVOLVENTES C.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.293	0.628	0.054	0.045	0.022	0.473
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.207	-0.628	-0.053	-0.045	-0.022	-0.441

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el cuadro anterior, la diferencia máxima en carga axial en las vigas huecas es de 0.883 Tnf, mientras que la diferencia máxima en corte es 2.248 Tonf, así mismo la diferencia máxima en momento flector es de 1.399 Tonf-m.

Los diseños de las vigas de cada edificio se encuentran detallados en el Anexo 02, respectivamente.

A continuación, se muestran las comparaciones de los esfuerzos envolventes en las bases de los edificios, cada uno de ellos están contrastados entre las vigas de sección llena y las vigas de sección hueca rectangular tanto como circular.

Cuadro 7: Comparación de envolventes en la base de acuerdo al tipo de viga.

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - A.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.610	0.579	5.820	0.639	0.445	0.010
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.528	-0.564	-2.052	-0.595	-0.437	-0.009

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - A.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.304	0.287	2.911	0.345	0.240	0.005
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.268	-0.279	-1.094	-0.322	-0.238	-0.004

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - B.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.358	0.492	4.982	0.999	0.305	0.007
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.371	-0.488	-2.088	-0.981	-0.318	-0.007

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - B.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.183	0.249	2.534	0.522	0.156	0.004
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.192	-0.248	-1.058	-0.514	-0.164	-0.004

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - C.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.761	0.807	6.026	0.514	0.583	0.019
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.580	-0.813	-3.555	-0.503	-0.522	-0.020

COMPARACION DE ENVOLVENTES EN REACCIONES DE BASE - C.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max.=	Max	0.394	0.409	3.151	0.260	0.303	0.008
Resumen	Δ Min.=	Min	-0.301	-0.412	-1.866	-0.254	-0.271	-0.009

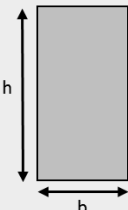
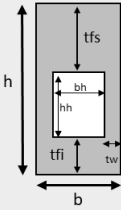
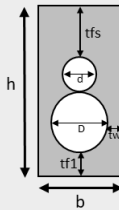
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se muestran las variaciones de esfuerzos en las bases de los edificios, cómo se puede apreciar, al igual que los esfuerzos en los diferentes tipos de vigas, estas varían en poca magnitud; de acuerdo con estos datos, la cimentación será la misma, independientemente del tipo de sección de viga que se emplee. Por lo que en el aspecto económico y ambiental, la cimentación no será factor de variación en dichos aspectos.

4.2. Análisis comparativo según tipo de vigas

De acuerdo a lo analizado en la investigación, se ha determinado la sección 30x50cm para las vigas de concreto, ya sean con sección llena o hueca, las características de cada elemento de acuerdo a su sección se presentan en el Cuadro 8, estas secciones de vigas se han empleado para los tres (03) edificios analizados. En dicho cuadro se aprecia las secciones de cada tipo de viga, así como sus principales características: Área neta de concreto, inercia, resistencia nominal al corte y resistencia última a la torsión, esta última ha sido analizada con el área neta de concreto, para tener una diferencia más clara, pero la bibliografía nos indica que se debería de realizar con la sección total, ya que la torsión es indiferente al núcleo de la sección, esto se detalla en los capítulos posteriores (Ver Capítulo 5.1.1. Esfuerzos de Torsión).

Cuadro 8: Equivalencias de secciones de vigas.

	V. LLENA		V.H. RECTANGULAR		V.H. CIRCULAR	
						
b	30 cm		30 cm		30 cm	
h	50 cm		50 cm		50 cm	
tfs	-		20.00 cm		21.30 cm	
tw	-		8.00 cm		9.30 cm	
I	312500 cm ⁴	100%	294560 cm ⁴	94%	302042 cm ⁴	97%
A	1500 cm ²	100%	1220 cm ²	81%	1356 cm ²	90%
Vn	51.84 Tn	100%	27.65 Tn	53%	32.14 Tn	62%
Tu	46768.65	100%	30937.98	66%	38224.36	82%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se mostrará las principales diferencias encontradas en las edificaciones analizadas con los tres (03) tipos de vigas antes mencionadas. En el Anexo 03, se muestran con más detalles dichas comparaciones.

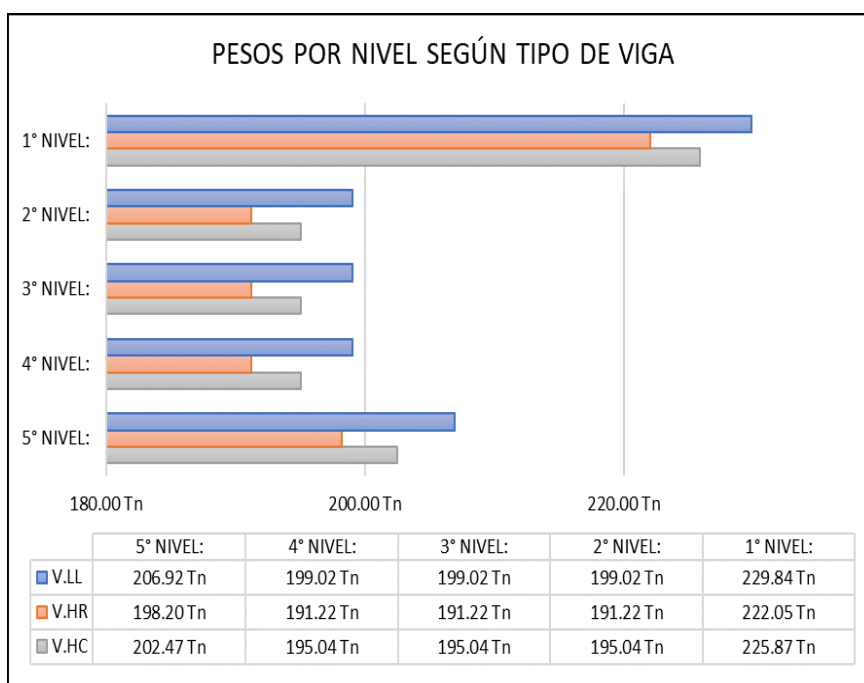
4.2.1. Análisis Comparativo: Edificio A

4.2.1.1. Pesos sísmicos según tipo de viga

Al variar la sección de viga, el peso de la edificación varía en relación directa con el peso disminuido de la viga. En el Cuadro 9 se puede observar los pesos por edificación según el tipo de viga predominante en la edificación.

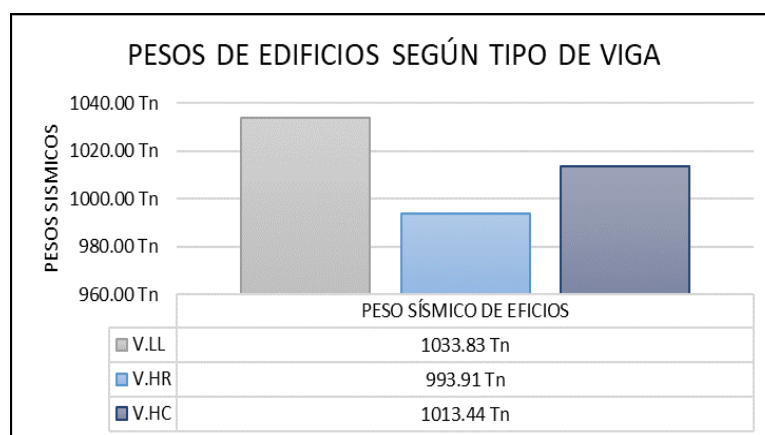
Mientras que en el Cuadro 10 se presenta el peso sísmico total de la edificación según el tipo de viga predominante.

Cuadro 9: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. A



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. A

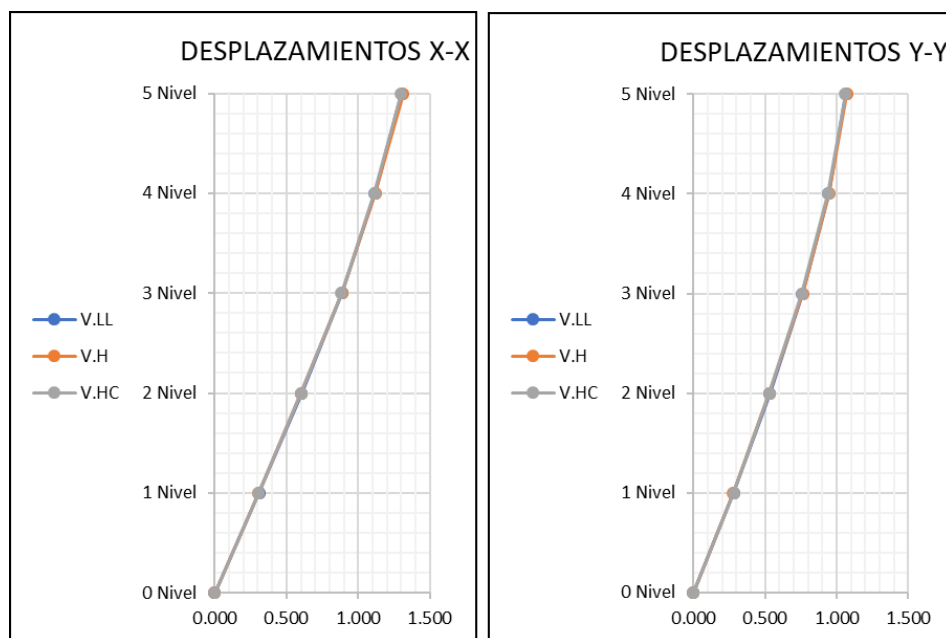


Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2. Desplazamientos laterales por niveles según tipo de viga

Los desplazamientos laterales no serán afectados notablemente por el cambio de sección, a continuación, en el Cuadro 11 se muestran los desplazamientos brindados por el programa SAP2000.

Cuadro 11: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. A

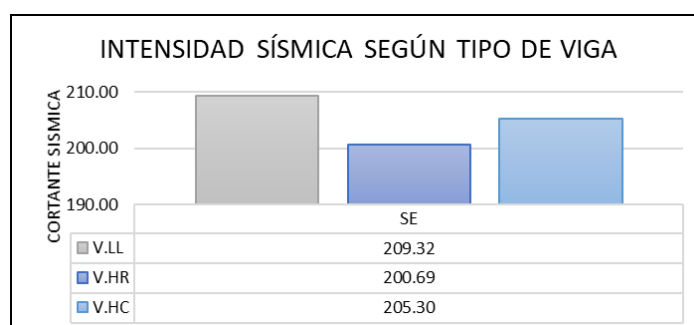


Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3. Fuerza sísmica según tipo de viga

Al alterar el peso del edificio la intensidad de respuesta sísmica se verá afectada en los edificios, dicha intensidad se muestra en el grafico siguiente.

Cuadro 12: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. A



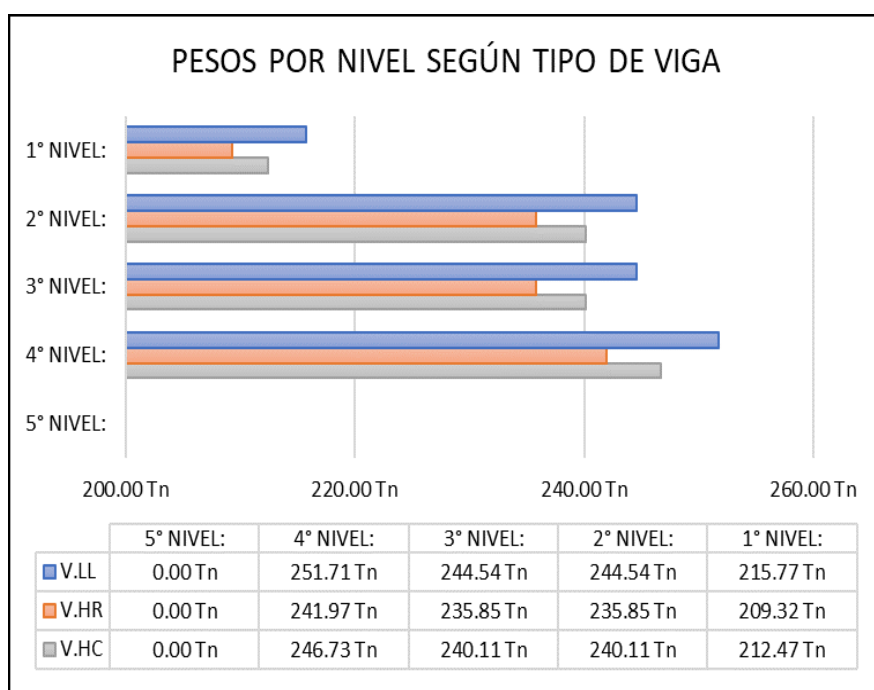
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Análisis Comparativo: Edificio B

4.2.2.1. Pesos sísmicos según tipo de viga

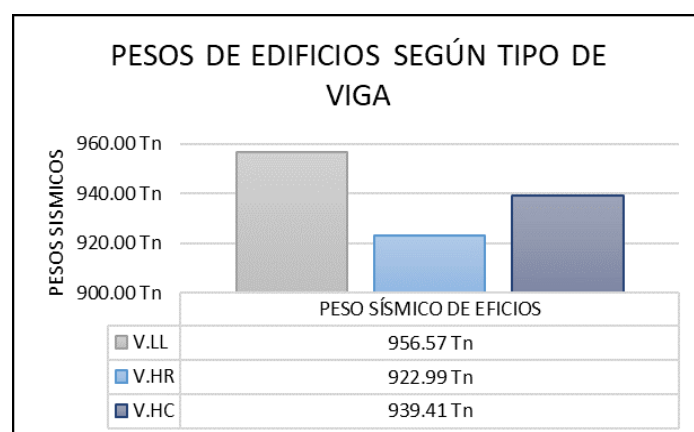
Al variar la sección de viga, el peso de la edificación varía en relación directa con el peso disminuido de la viga. En el Cuadro 13 se puede observar los pesos por edificación según el tipo de viga predominante en la edificación. Mientras que en el Cuadro 14 se presenta el peso sísmico total de la edificación según el tipo de viga predominante.

Cuadro 13: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. B



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. B

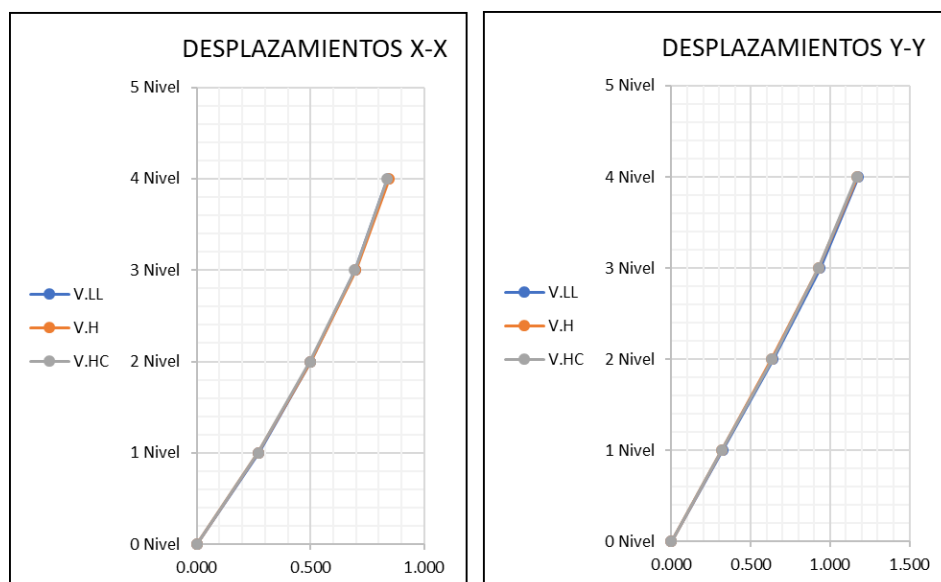


Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2. Desplazamientos laterales por niveles según tipo de viga

Los desplazamientos laterales no serán afectados notablemente por el cambio de sección, a continuación, en el Cuadro 15 se muestran los desplazamientos brindados por el programa SAP2000.

Cuadro 15: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. B

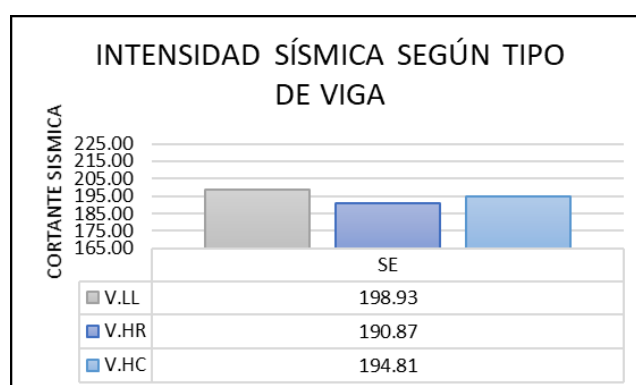


Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3. Fuerza sísmica según tipo de viga

Al alterar el peso del edificio la intensidad de respuesta sísmica se verá afectada en los edificios, dicha intensidad se muestra en el grafico siguiente.

Cuadro 16: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. B



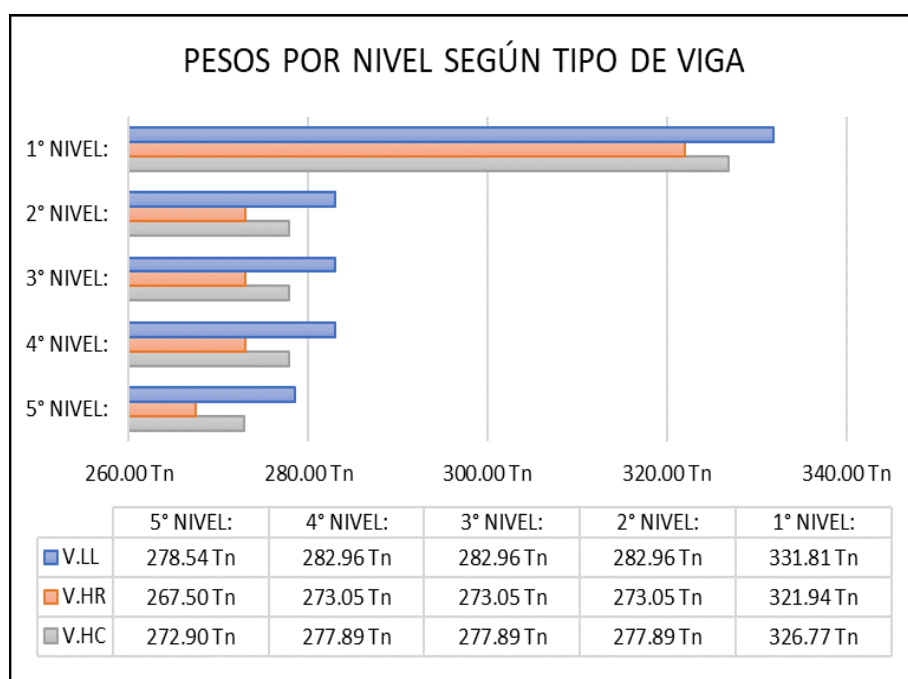
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Análisis Comparativo: Edificio C

4.2.3.1. Pesos sísmicos según tipo de viga

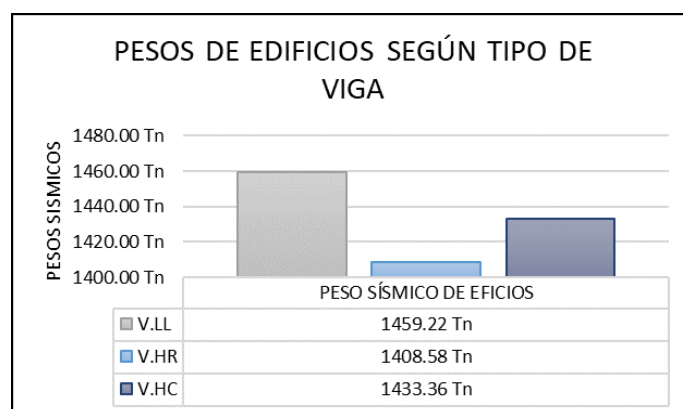
Al variar la sección de viga, el peso de la edificación varía en relación directa con el peso disminuido de la viga. En el Cuadro 17 se puede observar los pesos por edificación según el tipo de viga predominante en la edificación. Mientras que en el Cuadro 18 se presenta el peso sísmico total de la edificación según el tipo de viga predominante.

Cuadro 17: Peso por nivel según tipo de viga - Edif. C



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18: Peso de la edificación según tipo de viga - Edif. C

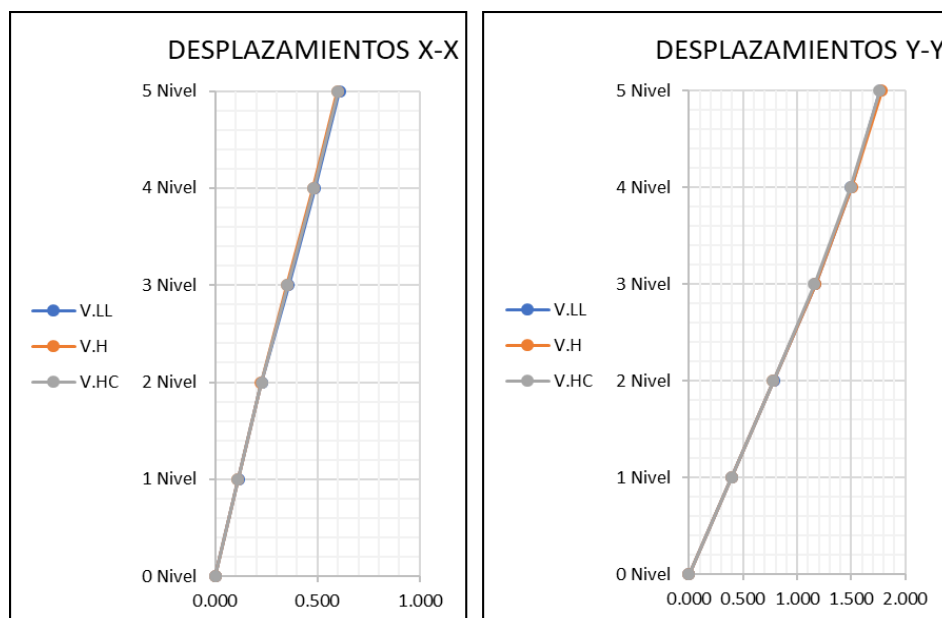


Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.2. Desplazamientos laterales por niveles según tipo de viga

Los desplazamientos laterales no serán afectados notablemente por el cambio de sección, a continuación, en el Cuadro 19 se muestran los desplazamientos brindados por el programa SAP2000.

Cuadro 19: Desplazamientos laterales según tipo de viga - Edif. C

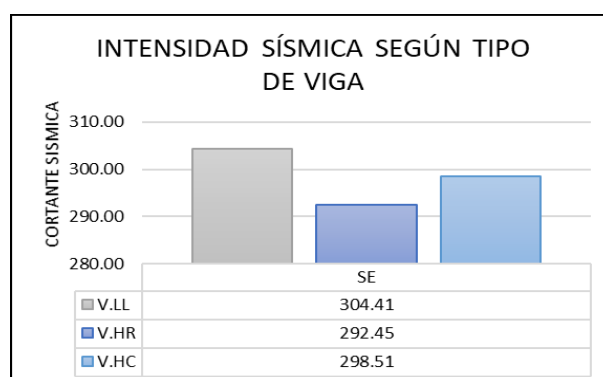


Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.3. Fuerza sísmica según tipo de viga

Al alterar el peso del edificio la intensidad de respuesta sísmica se verá afectada en los edificios, dicha intensidad se muestra en el grafico siguiente.

Cuadro 20: Fuerza sísmica según tipo de viga - Edif. C



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estudio de mecánica de suelos

4.3.1. “Edificio A

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos (EMS) se obtuvieron datos relevantes para el análisis estructural de las edificaciones, estos datos se detallan con más profundidad en el EMS (Anexo 04) en el presente informe.

Como cuadro resumen del estudio realizado tenemos:

Cuadro 21: Resumen EMS – A

TIPO DE CIMENTACIÓN	Superficial (Zapatas, zapatas combinadas, vigas de conexión)
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN	CL Arcilla de Baja Plasticidad
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	1.90 m
PRESIÓN ADMISIBLE	0.75 kg/cm²
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN	Cloruros: 517.3 PPM Sulfatos: 452.8 PPM
FACTOR DE SEGURIDAD	3.00
ASENTAMIENTO TOTAL	2.54 cm

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Edificio B

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos (EMS) se obtuvieron datos relevantes para el análisis estructural de las edificaciones, estos datos se detallan con más profundidad en el EMS (Anexo 04) en el presente informe. Como cuadro resumen del estudio realizado tenemos:

Cuadro 22: Resumen EMS – B

TIPO DE CIMENTACIÓN	Superficial (Zapatas, zapatas combinadas, vigas de conexión)
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	1.90 m
PRESIÓN ADMISIBLE	1.17 kg/cm²
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN	Cloruros: 546.00 PPM Sulfatos: 1302.10 PPM
FACTOR DE SEGURIDAD	3.00
ASENTAMIENTO TOTAL	2.54 cm

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Edificio C

De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos (EMS) se obtuvieron datos relevantes para el análisis estructural de las edificaciones, estos datos se detallan con más profundidad en el EMS (Anexo 04) en el presente informe. Como cuadro resumen del estudio realizado tenemos:

Cuadro 23: Resumen EMS – C

TIPO DE CIMENTACIÓN	Superficial (Zapatas, zapatas combinadas, vigas de conexión)
ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN	CL Arcilla de Baja Plasticidad
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	1.90 m
PRESIÓN ADMISIBLE	0.74 kg/cm²
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN	Cloruros: 594.40 PPM Sulfatos: 1415.00 PPM
FACTOR DE SEGURIDAD	3.00
ASENTAMIENTO TOTAL	2.54 cm

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis económico

El análisis económico se realizó en base a la evaluación por la especialidad de estructuras, se determinaron las partidas que conforman el presupuesto de obra, lo cual ha permitido también establecer la unidad de medida que tendrán, para el análisis y el cálculo del precio unitario correspondiente.

Siendo las partidas generales que conforman el presupuesto, las siguientes:

- Trabajos preliminares.
- Trazo, niveles y replanteo.
- Movimiento de tierras.
- Obras de concreto simple.
- Obras de concreto armado.

Señalando que la partida que varía solo es la de “OBRAS DE CONCRETO ARMADO” que se presenta en el Anexo N° 05: Análisis económico de las edificaciones.

4.4.1. Edificio A

Según el Cuadro 24, al emplear vigas de concreto con sección hueca rectangular, esto se logra empleando poliestireno expandido, el costo directo aumenta en 1.13%; mientras que, al emplear vigas de concreto de sección hueca circular, empleando PVC como encofrado perdido, aumenta en 2.04%.

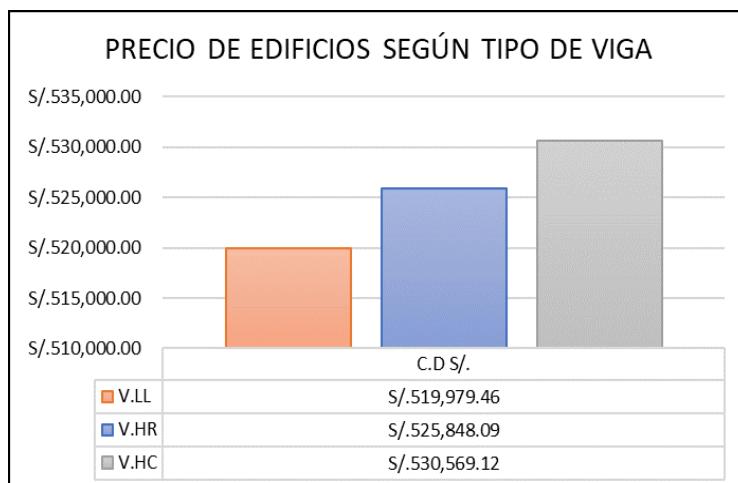
Cuadro 24: Análisis económico del Edificio A - JLO

EDIFICIO A							
DESCRIPCIÓN	V.LL			V.HR		V.HC	
	Precio	Δ (%)		Precio	Δ (%)	Precio	Δ (%)
Part. Vigas	S/ 90,914.64	-		S/ 96,783.27	106.46%	S/ 101,504.30	111.65%
Costo Directo	S/ 519,979.46	-		S/ 525,848.09	101.13%	S/ 530,569.12	102.04%
Gastos Generales	S/ 51,997.95	-		S/ 52,584.81		S/ 53,056.91	
Sub-Total	S/ 571,977.41	-		S/ 578,432.90		S/ 583,626.03	
I.G.V (18%)	S/ 102,955.93	-		S/ 104,117.92		S/ 105,052.69	
TOTAL PRES. ESTRUCTURAS	S/ 674,933.34	-		S/ 682,550.82	101.13%	S/ 688,678.72	102.04%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro anterior se puede observar la variación de precios al emplear distintas secciones de concreto, a continuación, se muestra el cuadro representativo del costo directo según cada tipo de viga.

Cuadro 25: Costo directo según tipo de viga - Edif. A



Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Edificio B

Según el Cuadro 26, al emplear vigas de concreto con sección hueca rectangular, esto se logra empleando poliestireno expandido, el costo directo aumenta en 1.13%; mientras que, al emplear vigas de concreto de sección hueca circular, empleando PVC como encofrado perdido, aumenta en 1.76%.

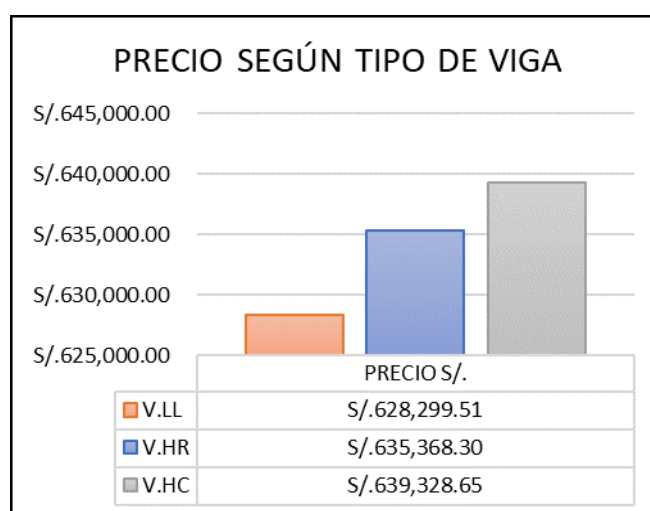
Cuadro 26: Análisis económico del Edificio B - BRISAS

EDIFICIO B						
DESCRIPCIÓN	V.LL		V.HR		V.HC	
	Precio	Δ (%)	Precio	Δ (%)	Precio	Δ (%)
Part. Vigas	S/ 112,470.54	-	S/ 119,539.33	106.29%	S/ 123,499.68	109.81%
Costo Directo	S/ 628,299.51	-	S/ 635,368.30	101.13%	S/ 639,328.65	101.76%
Gastos Generales	S/ 62,829.95	-	S/ 63,536.83		S/ 63,932.87	
Sub-Total	S/ 691,129.46	-	S/ 698,905.13		S/ 703,261.52	
I.G.V (18%)	S/ 124,403.30	-	S/ 125,802.92		S/ 126,587.07	
TOTAL PRES. ESTRUCTURAS	S/ 815,532.76	-	S/ 824,708.05	101.13%	S/ 829,848.59	101.76%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro anterior se puede observar la variación de precios al emplear distintas secciones de concreto, a continuación, se muestra el cuadro representativo del costo directo según cada tipo de viga.

Cuadro 27: Costo directo según tipo de viga - Edif. B



Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Edificio C

Según el Cuadro 28, al emplear vigas de concreto con sección hueca rectangular, esto se logra empleando poliestireno expandido, el costo directo aumenta en 0.99%; mientras que, al emplear vigas de concreto de sección hueca circular, empleando PVC como encofrado perdido, aumenta en 1.92%.

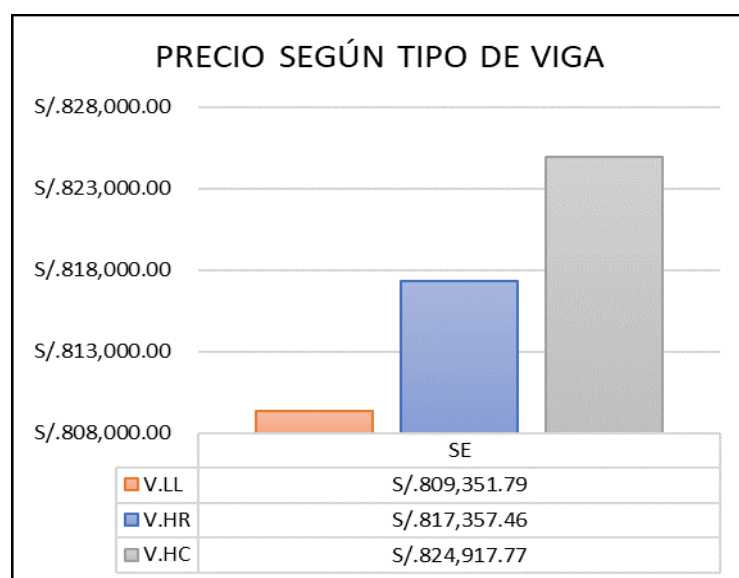
Cuadro 28: Análisis económico del Edificio C – VICTORIA

EDIFICIO C						
DESCRIPCIÓN	V.LL		V.HR		V.HC	
	Precio	Δ (%)	Precio	Δ (%)	Precio	Δ (%)
Part. Vigas	S/ 128,846.97	-	S/ 136,852.64	106.21%	S/ 144,412.95	112.08%
Costo Directo	S/ 809,351.79	-	S/ 817,357.46	100.99%	S/ 824,917.77	101.92%
Gastos Generales	S/ 80,935.18	-	S/ 81,735.75		S/ 82,491.78	
Sub-Total	S/ 890,286.97	-	S/ 899,093.21		S/ 907,409.55	
I.G.V (18%)	S/ 160,251.65	-	S/ 161,836.78		S/ 163,333.72	
TOTAL PRES. ESTRUCTURAS	S/1,050,538.62	-	S/1,060,929.98	100.99%	S/1,070,743.27	101.92%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro anterior se puede observar la variación de precios al emplear distintas secciones de concreto, a continuación, se muestra el cuadro representativo del costo directo según cada tipo de viga.

Cuadro 29: Costo directo según tipo de viga - Edif. B



Fuente: Elaboración propia.

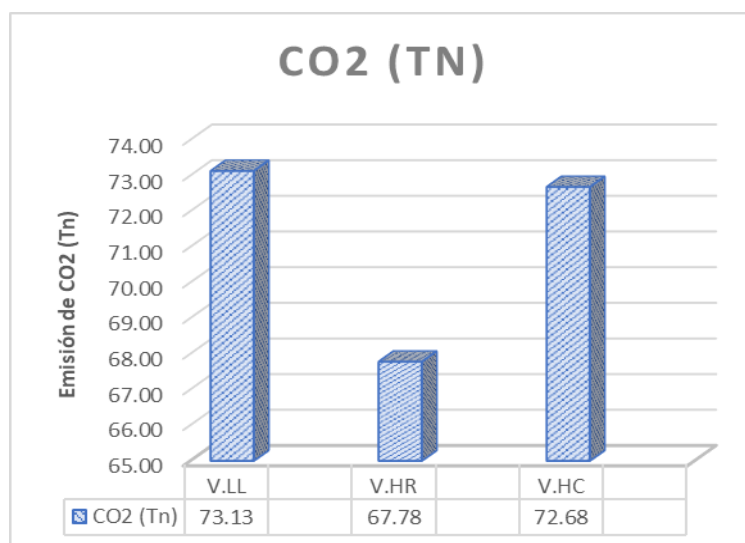
4.5. Análisis del impacto ambiental de los materiales

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis de impacto ambiental que producen los materiales a emplear en los encofrados perdidos, cabe resaltar que dicho análisis se ha realizado en base a la huella de carbono de cada uno de ellos, los detalles de este análisis se encuentran en el Anexo 06.

En el cuadro 30, se muestra gráficamente la cantidad de emisiones de CO₂ que se producen en el edificio “A” al realizar la edificación con los tres tipos de secciones.

De acuerdo a esto (Cuadro 30) se observa que la edificación “A” con vigas huecas rectangulares tiene 7.32% (5.35 Tn) menos emisión de CO₂ que una edificación realizada con vigas llenas, mientras que una viga de sección hueca circular no presenta disminución importante comparada con las de sección convencional, sólo reduce 0.62% (0.45 Tn) de emisión de CO₂.

Cuadro 30: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. A

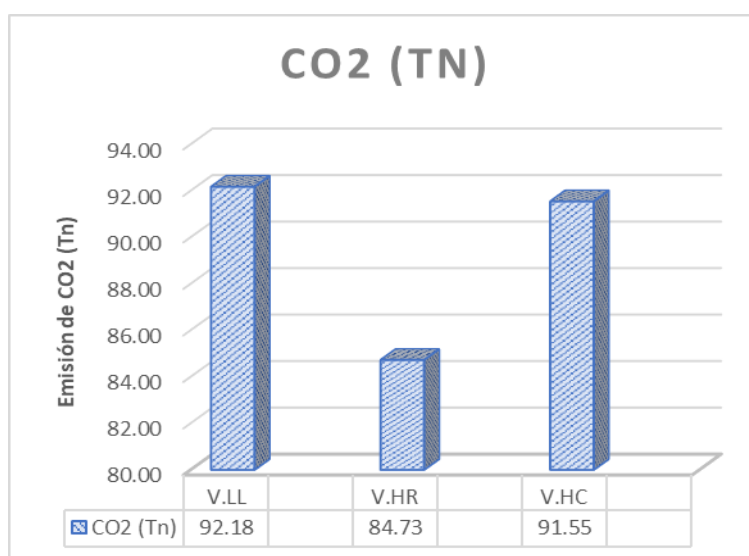


Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 31, se muestra gráficamente la cantidad de emisiones de CO₂ que se producen en el edificio “B” al realizar la edificación con los tres tipos de secciones.

De acuerdo a esto se observa que la edificación con vigas huecas rectangulares tiene un 8.08% (7.45 Tn) menos emisión de CO₂ que una edificación realizada con vigas llenas, mientras que una viga de sección hueca circular no presenta disminución importante comparada con las de sección convencional, sólo reduce un 0.68% (0.63 Tn) de emisión de CO₂.

Cuadro 31: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. B

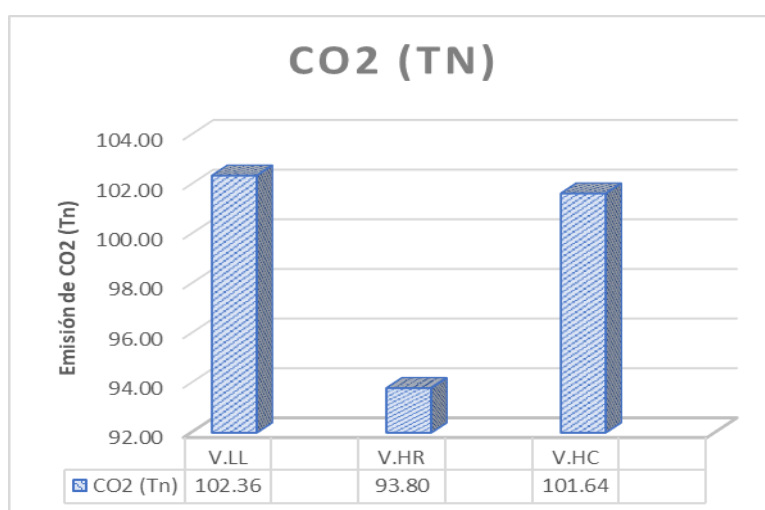


Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 32, se muestra gráficamente la cantidad de emisiones de CO2 que se producen en el edificio “C” al realizar la edificación con los tres tipos de secciones.

De acuerdo a esto se observa que la edificación con vigas huecas rectangulares tiene un 8.36% (8.56 Tn) menos emisión de CO2 que una edificación realizada con vigas llenas, mientras que una viga de sección hueca circular no presenta disminución importante comparada con las de sección convencional, sólo reduce un 0.70% (0.72 Tn) de emisión de CO2.

Cuadro 32: Huella de carbono según tipo de viga - Edif. C



Fuente: Elaboración propia.

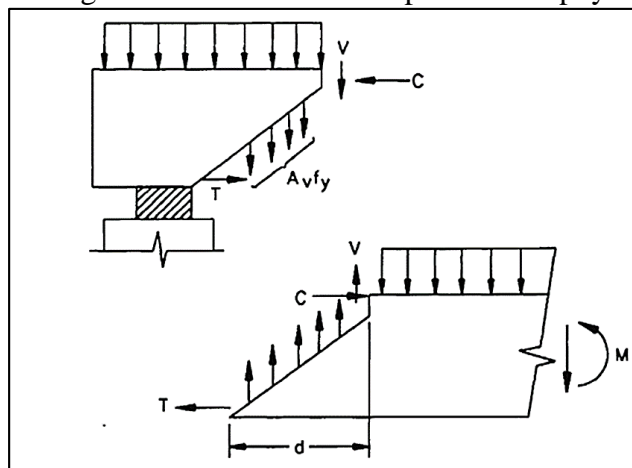
V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de diseño de vigas

Se ha seleccionado vigas de las mismas dimensiones 30x50 cm en toda la edificación con el objetivo de lograr una continuidad uniforme de vacíos generados por los encofrados perdidos, de esta manera todos los elementos se encontrarán unidos entre sí.

McCormac [9], nos indica que la reducción de la carga de diseño en los apoyos se debe a la reacción de compresión que incrementa la resistencia al corte de la pieza. Además, la grieta más cercana al apoyo que puede presentarse tiene una inclinación de 45° y alcanza el borde superior del elemento a una distancia “d” de la cara, como se muestra en la Imagen 28. Las cargas distribuidas aplicadas en el tramo AB son transmitidas al apoyo por compresión directa. Por ello, no se consideran para el diseño del refuerzo transversal.

Imagen 28: Reacción de compresión en apoyo.



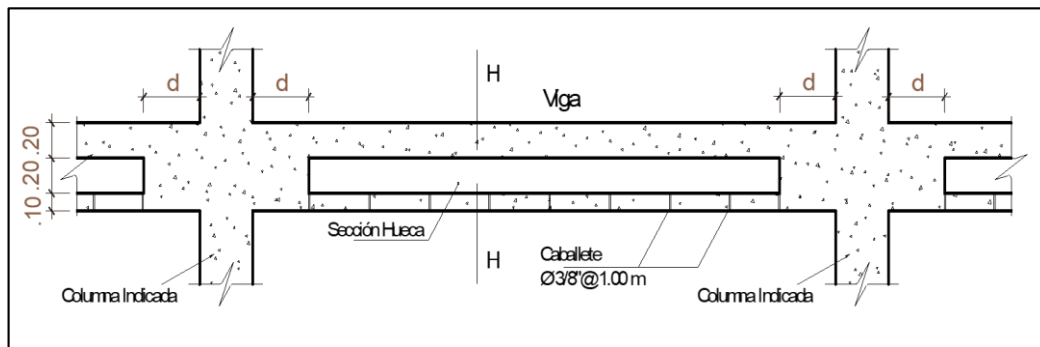
Fuente: J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.

De acuerdo a esto se ha optado por iniciar el tramo de sección hueca a una distancia “d” (Imagen 29), medida desde la cara del apoyo, con la intención de garantizar una buena resistencia al corte y torsión en los tramos iniciales de la viga. De la misma manera, para garantizar la resistencia, A. Romero Martínez indica que la carga estimada está por encima de la real porque las normas establecen cargas variables superiores a las que probablemente ocurran y, si la edificación se ha diseñado según las normas de resistencia al sismo, posee una potencialidad mucho mayor. Quiere decir, que para que una viga alcance el estado de agotamiento, debe aplicársele una carga casi el doble de la que soporta en condiciones normales de servicio.

Además, se ha dispuesto que la sección hueca de la viga empezará 0.20m por debajo de la parte superior de la misma (Imagen 30), esto tiene la finalidad de lograr el anclaje correcto de las

viguetas de la losa dentro de las vigas huecas; tal como se muestra en las imágenes a continuación, tanto para vigas huecas rectangulares, como para vigas huecas circulares.

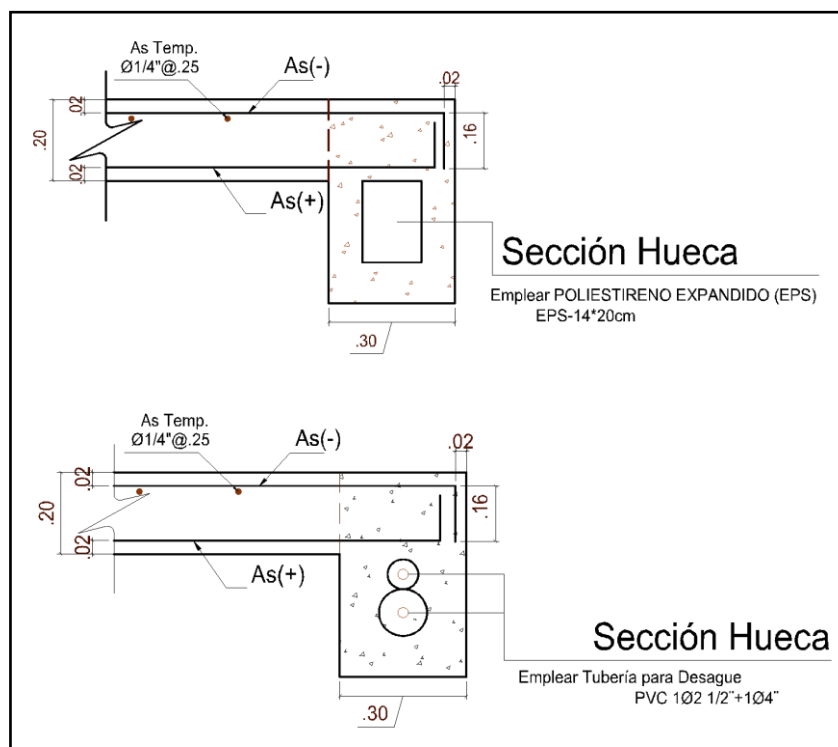
Imagen 29:Ubicación de la viga con sección hueca.



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos en la investigación de T. Amaya Astudillo, las losas bubbledeck tienen un comportamiento uniforme similar al de una losa sólida, la distribución de esfuerzos no se ve mayormente influenciada por las esferas de polietileno de alta densidad. Semejante a estos resultados en el Anexo 02 se ha verificado que los esfuerzos pertenecientes a las vigas, ya sean de sección convencional o de sección hueca (rectangular y circular), se mantienen con una diferencia mínima. De acuerdo con el diseño de vigas de sección llena, como sección hueca, la cuantía de acero longitudinal para las diferentes secciones analizadas no varía.

Imagen 30:Ubicación de la viga con sección hueca.



Fuente: Elaboración propia.

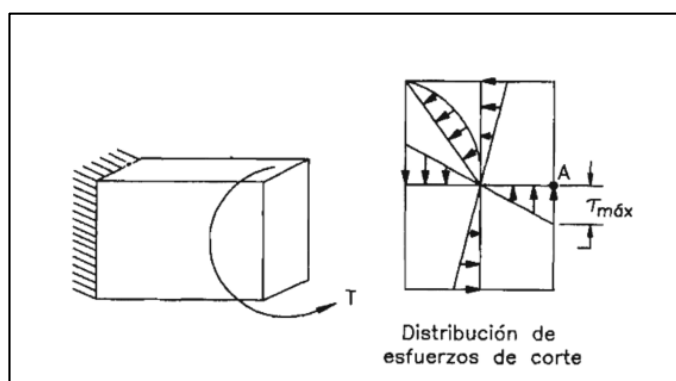
5.1.1. Esfuerzos de torsión

Por otro lado, se ha realizado la evaluación a la torsión de las vigas huecas. De acuerdo con dicho análisis la sección hueca de las vigas no influye en la resistencia a la torsión.

T. Amaya Astudillo nos da a conocer que las esferas (empleadas como elemento aligerante y encofrado perdido) no se encuentran esforzadas ya que corrobora la transmisión de esfuerzos dentro de la losa y estos se producen únicamente a través de la sección de concreto. De la misma manera en la presente investigación, los diferentes esfuerzos soportados por las vigas los soporta la sección sólida de concreto, esto se detallará a continuación.

Según E. Harmsen, el concreto armado sometido a torsión trabaja como concreto simple hasta que se produce el agrietamiento de la sección. Antes de iniciar el análisis de un elemento de concreto se hará una breve sinopsis del comportamiento de los materiales homogéneos elásticos sometidos a torsión pura. En la Imagen 31 se muestra un elemento rectangular con un torsor aplicado en su extremo. El torque generará la distribución de esfuerzos cortantes mostrada, siendo los bordes las regiones más esforzadas. El corte máximo se presenta en el punto A, centro del lado mayor. [10]

Imagen 31: Distribución de esfuerzos de corte.

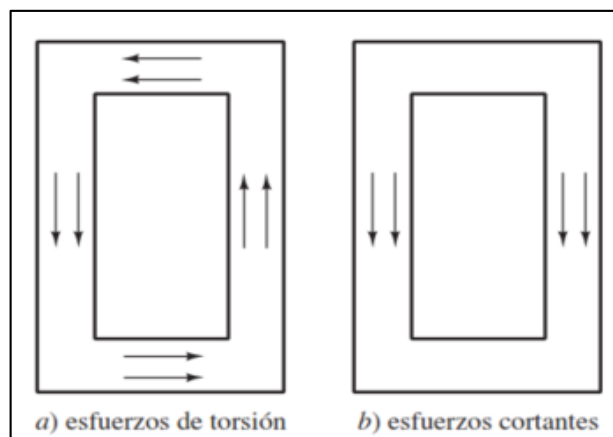


Fuente: E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado., Lima: Fondo Editorial, 2002.

Los esfuerzos de torsión se suman a los esfuerzos cortantes en un lado de un miembro y se restan en el otro lado. Esta situación en una viga hueca está ilustrada en la Imagen 32. Los esfuerzos de torsión son bastante pequeños cerca del centro de una viga sólida. Debido a esto, se supone que las vigas huecas tienen casi exactamente las mismas resistencias por torsión que las vigas sólidas con las mismas dimensiones exteriores. [9]

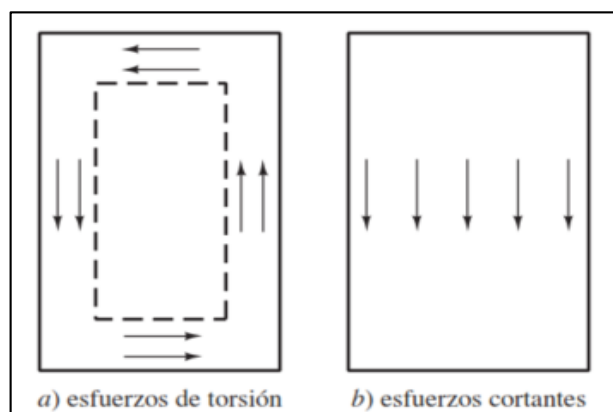
En las secciones sólidas, los esfuerzos cortantes debido a la torsión T_u están concentrados en un “tubo” exterior del miembro, como se muestra en la Imagen 33(a), mientras que los esfuerzos cortantes debidos a V_u eran repartidos a través del ancho de la sección sólida, como se muestra en la parte (b) de la Imagen. En consecuencia, los dos tipos de esfuerzos cortantes (debidos a la fuerza cortante y a la torsión) se combinan usando una expresión de raíz cuadrada. [9, pp. 467-469]

Imagen 32: Esfuerzos en viga hueca.



Fuente: McCormack, 2011.

Imagen 33: Esfuerzos en viga sólida.

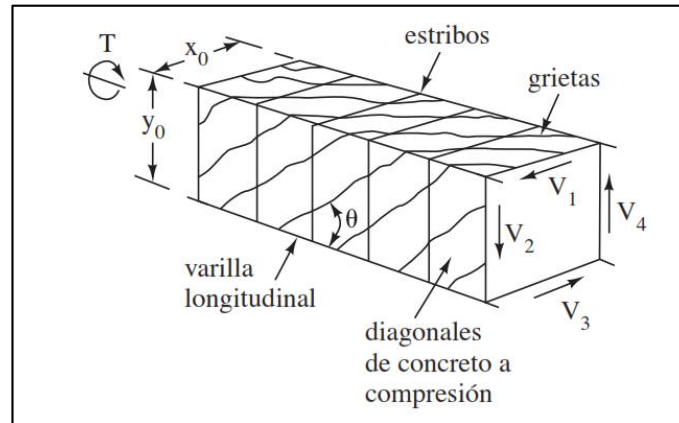


Fuente: McCormack, 2011.

Después del agrietamiento, se supone que la resistencia por torsión del concreto es despreciable. Las grietas por torsión tienden a describir espirales alrededor de los miembros (huecos o sólidos) localizados aproximadamente en ángulos de 45° con respecto a los bordes longitudinales de esos miembros. Se supone que la torsión es resistida por una armadura espacial imaginaria situada en el “tubo” exterior de concreto del miembro. Una armadura así se muestra en la Imagen 34. El acero longitudinal en las esquinas del miembro y los estribos transversales cerrados actúan como miembros a tensión en la “armadura”, mientras que el

concreto diagonal entre los estribos actúa como puntal a compresión. El concreto agrietado es aun capaz de tomar esfuerzos de compresión. [9]

Imagen 34: Armadura espacial imaginaria.



Fuente: McCormack, 2011.

En la Imagen 35, Teodoro Harmsen [10] nos representa los resultados de una serie de experimentos en los que elementos de concreto armado tanto de sección hueca como llena, fueron sometidos a torsión pura. La gráfica relaciona el torsor último con el término $x.y.A.f_y/s$. El torsor último es igual a la suma de la resistencia aportada por el concreto, T_{co} y la resistencia aportada por los estribos, T_s . El valor de T_{co} es aproximadamente el 40% del valor de T_{cr} , es decir:

$$T_{co} \approx 0.21\sqrt{f'_c}.x^2.y$$

Después de producirse las primeras grietas, la gráfica muestra que las secciones sólidas y huecas se comportan prácticamente igual. Esto indica que el núcleo interior de concreto no contribuye substancialmente a la resistencia a la torsión de la pieza después de producido el agrietamiento. En la gráfica también se aprecia algunas vigas sobre reforzadas que son las que fallan por aplastamiento del concreto entre fisuras antes que todos los estribos entren en fluencia. [10] Por Resistencia de Materiales se sabe que los esfuerzos en las paredes de un elemento de sección hueca sometido a torsión pura, son constantes e iguales a:

$$\tau = \frac{T}{2Aot}$$

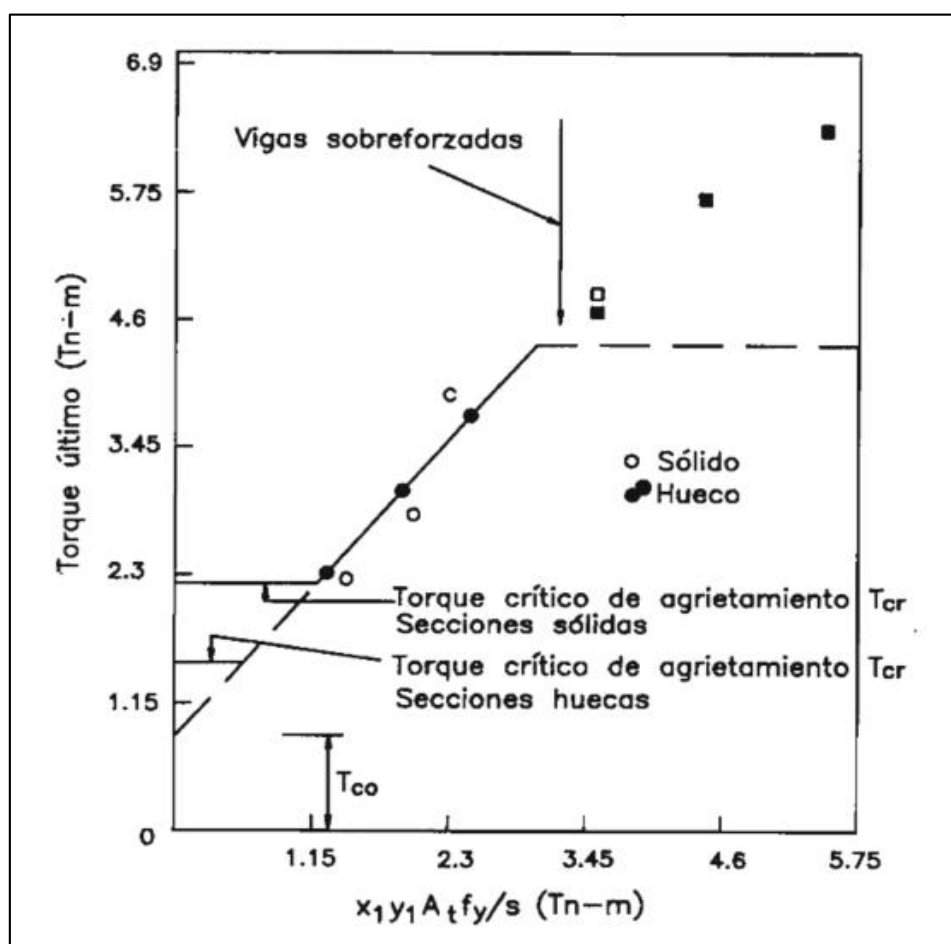
Donde:

T: Torsor aplicado.

Ao: Área encerrada por la línea de flujo de corte en las paredes de la sección (Imag. 25).

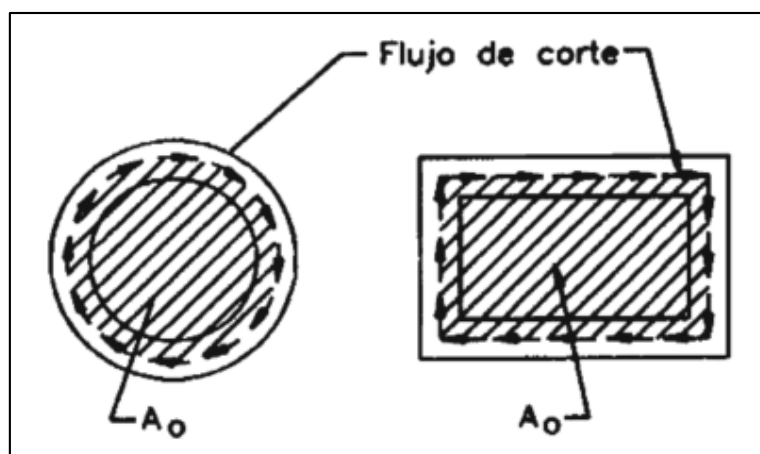
t: Espesor de la pared de la sección tubular en el punto donde se está calculando el esfuerzo.

Imagen 35: Resistencia a la torsión de secciones sólidas y huecas.



Fuente: Harmsen, E. Teodoro, 2002.

Imagen 36: Flujo de corte en sección hueca.



Fuente: Harmsen, E. Teodoro, 2002.

En el caso de secciones llenas, es necesario definir el espesor de una sección hipotética equivalente. El Comité Europeo del Concreto propone tomar:

$$t = \frac{A}{p}$$

Donde:

A: Área de la sección sólida.

p: Perímetro de la sección sólida.

Para las secciones huecas, el valor de t será el espesor de la pared de la sección siempre que no exceda A/p. [10]

Un elemento de concreto de sección hueca sometido a torsión pura se agrietará cuando el esfuerzo alcance la resistencia del concreto a la tensión, es decir,

$1.6(f'c)^{0.5}$. Se obtiene:

$$T_{cr} = 3.2\sqrt{f'c} \cdot A_o \cdot t$$

5.2. Análisis comparativo según tipo de vigas

Se han empleado tres tipos de vigas en la presente investigación, vigas llenas (V.LL), vigas huecas rectangulares (V.HR) y vigas huecas circulares (V.HC). Para lograr las vigas de sección hueca se ha empleado materiales que servirán como encofrado perdido, estos materiales son: Poliestireno Expandido (EPS) y tubos de PVC.

Al emplear vigas de sección hueca, las propiedades tanto mecánicas, como geométricas varían con respecto a una viga de sección llena con las mismas dimensiones exteriores. Como ya se mencionó en los capítulos anteriores, se ha empleado las mismas dimensiones exteriores de las vigas, de la misma forma el resto de elementos estructurales serán los mismos, con el objetivo de evaluar los cambios ocasionados solo producidos por la sección de viga empleada. Las propiedades más significativas que han sufrido cambios son: el área de sección bruta de concreto y la inercia de la sección transversal. Con respecto al Área de sección bruta de concreto, se ha logrado reducir en 19% en las vigas huecas rectangulares, mientras que en las vigas circulares el área ha disminuido en 10%. Por otro lado, la inercia también ha sido afectada por el cambio de sección, en vigas huecas rectangulares ha disminuido en 6%, mientras que en las vigas huecas circulares la reducción de inercia ha sido en 3%. Esto debido a que la sección hueca es menor en la viga hueca circular comparada con la viga hueca rectangular. Estas alteraciones en las características se verán reflejadas en la rigidez de la estructura, esto se verá en los ítems siguientes.

5.2.1. Pesos sísmicos según tipo de viga

Según el R.N.E. E 030 – DISEÑO SISMORRESISTENTE 2018, el peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Para los edificios analizados, se ha considerado el 25% de carga viva, por que pertenecen a la categoría C.

Cabe señalar que la diferencia de pesos entre edificios se debe únicamente al cambio de sección de vigas, esto quiere decir que los demás elementos del edificio se han mantenido con las mismas secciones, con el único objetivo de analizar las diferencias al emplear secciones de vigas distintas.

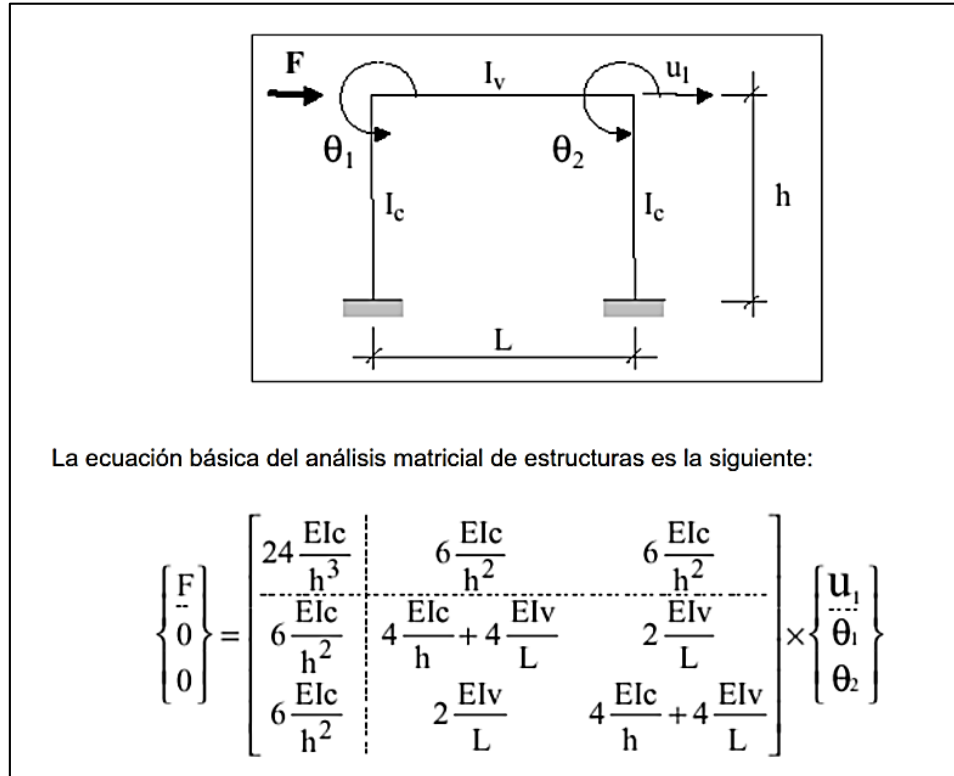
De acuerdo a los resultados obtenidos, la disminución de peso al usar vigas huecas rectangulares es de 3.61%, mientras que la variación en las vigas huecas circulares es de 1.85%. Las vigas de sección hueca rectangular tienen menos peso al ser comparadas con las vigas huecas circulares y con las vigas de sección plena. Esto se debe a que la sección hueca rectangular es más amplia y desplaza más concreto que las vigas huecas circulares.

5.2.2. Desplazamientos laterales por niveles según tipo de viga

Se sabe que los desplazamientos laterales de una edificación dependen de la rigidez de los pórticos, como de la fuerza horizontal que se le aplique, estos son los parámetros más resaltantes que intervienen en los desplazamientos, como se aprecia en la Imagen 37. De acuerdo a la matriz mostrada, asemejando los datos a las edificaciones analizadas, se aprecia que la única variable que cambia es la inercia de las vigas (I_v), es decir que la rigidez de los pórticos se verá disminuida si las inercias de las vigas minoran, tal como pasa al emplear vigas de sección hueca. Según los resultados encontrados en la presente investigación, se encontró que los desplazamientos de la edificación al emplear secciones de vigas tanto llenas como huecas, no presentan diferencias notorias, esto se debe a que las fuerzas sísmicas varían de acuerdo al peso de la edificación, en el caso de las vigas huecas, dicha fuerza sufre una reducción, pero las

inercias de los pórticos también han disminuido, ya que una viga de sección hueca provocará una rigidez menor.

Imagen 37: Rigidez lateral de un pórtico simple.



Fuente: Barba, Enric, 2006.

5.2.3. Fuerza sísmica según tipo de viga

Según el R.N.E. E 030– DISEÑO SISMORRESISTENTE 2018, la fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_i)^k} \cdot P$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

De esto se deduce que, el sismo tiene la característica de producir aceleraciones instantáneas, aceleraciones que generan grandes fuerzas, y que afectan a los componentes de la estructura del edificio de modo diferente a la acción de las cargas gravitatorias. Estas fuerzas sísmicas dependen linealmente de la masa del edificio. De esa manera, se representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Las fuerzas sísmicas en las edificaciones analizadas disminuyen de acuerdo al tipo de viga que se esté empleando, de esta manera se tiene que para vigas huecas rectangulares la disminución de fuerza sísmica es de 4.03%; mientras que la disminución de fuerza sísmica provocada por las vigas de sección hueca circular es de 1.98%, esto se da ya que la fuerza sísmica es directamente proporcional al peso de la edificación en análisis; al disminuir el peso, se logrará disminuir la fuerza horizontal.

5.3. Estudio de mecánica de suelos

5.3.1. Corrección del número de golpes del SPT

5.3.1.1. Corrección del N de campo a N₆₀

Los ensayos de SPT, según estudios realizados a través de tiempo, cuentan con una energía del 60 % debido a pérdidas por rozamiento y otros factores; sin embargo, con el paso del tiempo se han incluido sistemas automáticos de elevación y caída (motores), aumentando el rendimiento.

Debido a esto, se deberá corregir por un factor de energía, para obtener un valor normalizado, llamado N₆₀, el cual se puede determinar a través de:

$$N_{60} = \frac{N \cdot Er}{60}$$

Considerándose Er como porcentaje de energía de golpeo obtenido con los métodos automáticos y N el número de golpes en campo.

5.3.1.2. Corrección por equipo n₁, n₂, n₃, n₄

n₁ - Corrección por energía del martillo: El valor de la energía de referencia de la barra varía de acuerdo con los equipos y su uso en diferentes países. Se eligió el valor de (1) porque el peso se alza por un tubo guía, que forma parte de la seguridad del equipo.

Cuadro 33: Corrección por tipo de martillo y procedimiento - SPT

País	Tipo de martillo	Procedimiento	n ₁
Japón	Anular	Caída libre	1.3
	Anular	Cuerda con la polea especial tirado a mano	1.12
E.E.U.U	Seguridad	Cuerda con polea tirado a mano	1
	Anular	Cuerda con polea tirado a mano	0.75
Europa	Anular	Caída libre	1
China	Anular	Caída libre	1
	Anular	Cuerda con polea tirado a mano	0.83
Colombia	Anular	Cuerda con polea tirado a mano	0.75

n₂ - Corrección por la longitud de la barra del equipo: Skempton propone factores de corrección del valor NSPT, medido de acuerdo a la longitud de la barra del equipo. Cuando la barra es corta, ocurre una reflexión de la energía que la disminuye. Se eligió (0.75) porque la longitud de las barras es de 1.5 m.

Cuadro 34: Corrección por longitud de barras - SPT

Longitud (m.)	n2
> 10	1.00
6-10	0.95
4-6	0.85
0-4	0.75

n3 - Corrección por tomamuestras: Este factor del recubrimiento interno del tubo de saca muestras. La prueba estándar se hace con un tubo que lleva un tomamuestras de PVC. Se eligió el valor de (1) porque el tomamuestras usado no contiene revestimiento interno.

Cuadro 35: Corrección por tomamuestras - SPT

	n3
Sin revestimiento	1.00
Con revestimiento	0.00
Arena densa, arcilla	0.80
Arena suelta	0.90

n4 - Corrección por diámetro de la perforación: Skempton propone factores de corrección del valor NSPT, medido de acuerdo al diámetro de la perforación: Esta corrección se refiere principalmente a suelos granulares. En suelos cohesivos la influencia del diámetro de la perforación es despreciable. Se eligió el valor de (1) porque el diámetro de la perforación fue de 6.35 cm.

Cuadro 36: Corrección por diámetro de perforación - SPT

Longitud (mm.)	N4
60-120	1.00
150	1.05
200	1.15

5.3.1.3. Corrección agua y sobrecarga en arenas

La profundidad a la que se hace la prueba de SPT es influyente en cierto grado en el valor N de suelos sin cohesión. Los valores de N al aumentar la profundidad, pueden indicar compacidades mayores a las reales, debido al confinamiento producido por la presión de sobrecarga. Si el valor N se considera estándar a una profundidad correspondiente a una presión de sobrecarga

efectiva de 10ton/m², el factor de corrección CN, aplicable a los valores de campo N para presiones diferentes, se encuentra por:

$$CN = 1 - 1.25 * LOG_{10} \left(\frac{P}{100} \right)$$

Esta ecuación es válida para p>2.5ton/m²; considerándose p como la presión vertical efectiva por sobrecarga en ton/m² a la elevación de la prueba de penetración.

En arenas gruesas y gravas, la saturación del terreno no afecta los resultados; En arenas finas y limos bajo el nivel freático, Terzaghi y Peck recomiendan corregir el valor obtenido, si N>15:

$$N = 15 + \frac{N' - 15}{2}$$

Que indica el debilitamiento de la resistencia al corte bajo el efecto de las presiones intersticiales en exceso que se generan al momento del golpeo.

5.3.2. Profundidad del nivel freático

La profundidad del nivel freático se debe tomar al menos dos días después de haber realizado la calicata, porque se necesita dejar que se asiente el terreno; y comience a filtrar de los lados el agua, puesto que parte de ella fue removida con la excavación.

5.3.3. Capacidad portante

La capacidad admisible del suelo se obtuvo por medio de 9 fórmulas, que se correlacionan con el número de golpes del SPT, pertenecientes a 5 autores distintos. Para obtener el resultado final, del valor de la capacidad admisible del suelo, se promedió solo aquellos valores que son cercanos.

Cuadro 37: Formulas para hallar la capacidad portante – SPT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AUTOR	CRESPO	CRESPO	MEYERHOF	MEYERHOF	BOWLES	BOWLES	BOWLES	TEXEIRA	PECK-H-T
USO	Losas sobre arenas	Losas sobre grava + arena	B<1.20m	B>=1.20m	B<1.20m	B>=1.20m	Forma simplificada	Para N entre 5 - 25	-
FÓRMULA	$(N_{corr} - 3) / 5$	$\left(\frac{N_{corr}}{4} \right) Fp(S)$	$12 * N_{corr}$	$8(N_{corr}) \left(\frac{(3.28B + 1)}{(3.28 * B)} \right)^2$	$20(N_{corr}) Fd \left(\frac{S}{25} \right)$	$12(N_{corr}) \left(\frac{(3.28B + 1)}{(3.28 * B)} \right)^2 (Fd)(S/25)$	$0.24 N_{corr}$	$0.5 + \frac{(0.1 + 0.04B)}{N}$	$0.215 N_{corr}$

5.3.4. Ensayos químicos

Ensayo químico de cloruros: Recordemos que el contenido de cloruros, tanto en el agua subterránea como en el suelo, afecta químicamente al acero de refuerzo del concreto armado. Según el ensayo químico realizado, los porcentajes encontrados no superan los máximos permisibles. (Anexo 04)

Ensayo químico de sulfatos: Recordemos que el contenido de sulfatos, tanto en el agua subterránea como en el suelo, participa del proceso de destrucción del concreto. Según el ensayo químico realizado, los porcentajes encontrados superan los máximos permisibles así que se califica a nuestro suelo y agua como Exposición Moderada.

Cuadro 38: Requisitos para concreto expuesto a sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO_4) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f_c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

5.4. Análisis económico

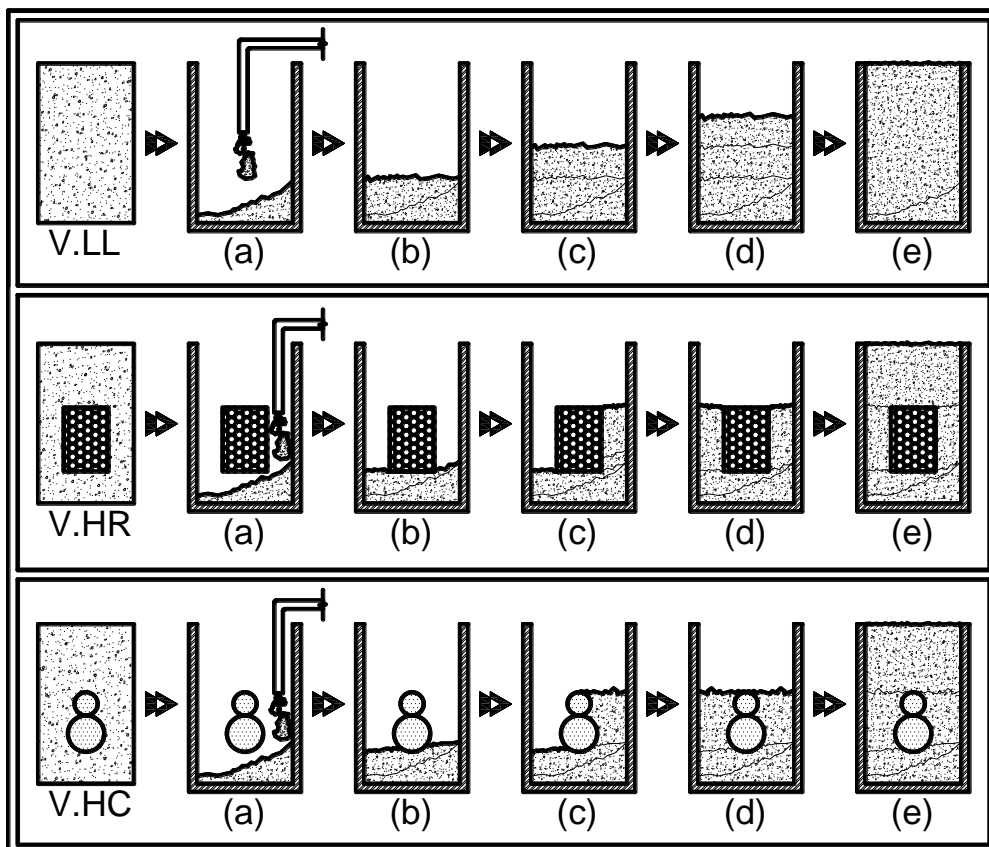
De acuerdo al análisis económico, se realizó la evaluación a la especialidad de estructuras, en donde los elementos estructurales serán similares, a excepción de las vigas, en las que la sección transversal de viga fue analizada en 3 formas distintas.

La variación de precios se debe principalmente al empleo de encofrados perdidos, así como a la disminución del rendimiento en las partidas de habilitación y colocación de acero, y en la colocación de concreto armado; cabe señalar que en esta última partida se ha incorporado el uso de aditivo plastificante con el objetivo de garantizar el correcto vaciado de concreto y evitar cangrejeras en las partes inferiores de las vigas huecas. El análisis de lo mencionado se muestra a continuación. En la Imagen 38, se aprecian los tres tipos de vigas empleados en la presente investigación, así como su proceso de vaciado de concreto por etapas; las vigas de sección llena (V.LL), las vigas de sección hueca rectangular (V.HR) y las vigas de sección hueca circular

(V.HC). En las vigas de sección llena, el vaciado de concreto es el habitual, ya que no tendrá dificultades para ser colocado dentro del encofrado exterior de la viga; tal como se muestra en la Imagen 38 (V.LL a-e). Por el contrario, en la colocación de concreto para las vigas huecas, tanto rectangulares como circulares (V.HR y V.HC), se tendrá que emplear encofrado perdido, este encofrado dificultará la tarea de colocación de concreto.

Como se aprecia en la Imagen 38 (V.HR-a,b y V.HC-a,b), la primera etapa de vaciado consistirá en llenar el fondo de la viga, cuya colocación de concreto será obstaculizada por el encofrado perdido, de acuerdo a esto el rendimiento se verá afectado notoriamente; del mismo modo al llenar las paredes laterales de las vigas huecas (Imagen 38 V.HR-c,d y V.HC-c,d) será un trabajo igual de laborioso que el llenado de fondo de viga. De acuerdo a esto se tiene que, para llenar el fondo como los laterales de la viga hueca, el trabajo será más tedioso en comparación con el llenado de la parte superior de la viga (Imagen 38 V.HR-e y V.HC-e) ya que al encontrarse despejada, su llenado será mucho más simple (semejante al de una viga de sección llena).

Imagen 38: Vaciado de concreto según tipo de sección de viga.

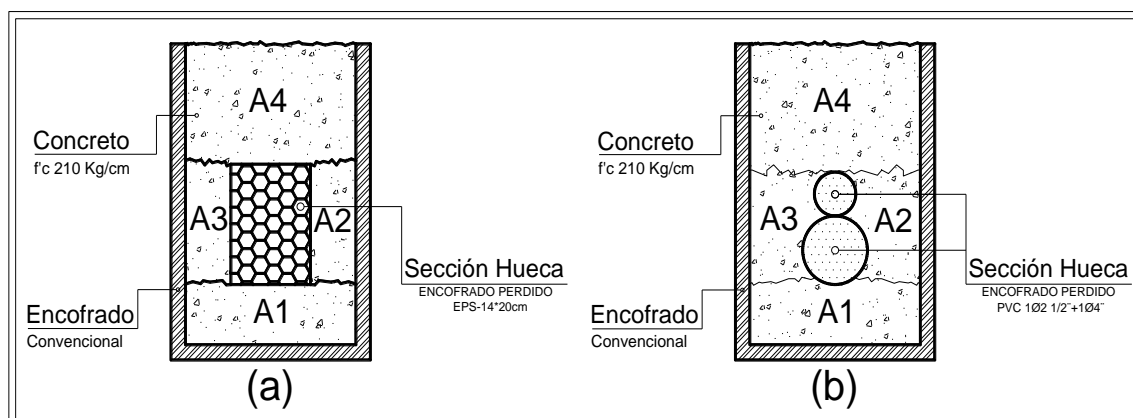


Fuente: Elaboración propia.

Con lo mencionado se obtiene que, en la etapa de vaciado de concreto en vigas huecas, se tendrán dos tipos de rendimiento. El primero y más laborioso será el llenado de fondo y laterales de viga hueca, este rendimiento se asumirá como 10 m³/día, ya que su complicación será muy similar al llenado de los siguientes trabajos, cuyo rendimiento es equivalente: Muros de sostenimiento, Columnas, Cisterna, Tanque elevado. Todo esto se debe a que se tendrá una sección pequeña (paredes laterales) para el ingreso de concreto, en donde el vibrado será primordial para evitar apariciones de cangrejas, así como lograr un concreto homogéneo en toda la sección de la viga tanto inferior como superior, se ha de destacar que para el vaciado de concreto será necesario incorporar aditivo plastificante.

Mientras que el segundo rendimiento consistirá en el llenado de la parte superior de la viga hueca, donde el rendimiento asumido será de 20 m³/día, este rendimiento es el presentado por CAPECO, como rendimiento de vaciado de vigas normales, esto se debe a que en esta sección no se presenta ninguna dificultad para el vaciado de concreto.

Imagen 39: Áreas de vaciado de concreto en vigas huecas.



Fuente: Elaboración propia.

Entonces, para la partida de vaciado de concreto en secciones huecas, se dispone de dos rendimientos distintos, para poder obtener un solo rendimiento en dicha sección se ha dividido la sección hueca en cuatro áreas, tal como se muestra en la Imagen 39. Las áreas A1, A2 Y A3 tendrán un rendimiento de 10 m³/día, como ya se mencionó. Mientras que el área A4 tendrá un rendimiento de 20 m³/día. Se puede observar que, de toda la sección hueca, el área A4 es casi un 50% de la sección neta de concreto, de acuerdo a eso se ha decidido sacar el rendimiento de la sección mediante promedios ponderales, tal como se muestra en los Cuadros 39 y 40, para vigas huecas rectangulares y circulares respectivamente.

Cuadro 39: Rendimiento de vaciado de concreto en viga hueca rectangular.

RENDIMIENTO DE VACIADO DE CONCRETO VIGA HUECA RECTANGULAR					
Sección	Área	% Sección	Rend.	Rend. Pond.	REND PROM.
A1	300 cm2	24.59%	10	2.46	14.92
A2	160 cm2	13.11%	10	1.31	
A3	160 cm2	13.11%	10	1.31	
A4	600 cm2	49.18%	20	9.84	
Total	1220 cm2	100.00%		14.92	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 40: Rendimiento de vaciado de concreto en viga hueca circular.

RENDIMIENTO DE VACIADO DE CONCRETO VIGA HUECA CIRCULAR					
Sección	Área	% Sección	Rend.	Rend. Pond.	REND PROM.
A1	300 cm2	24.59%	10	2.46	16.36
A2	209 cm2	17.13%	10	1.71	
A3	209 cm2	17.13%	10	1.71	
A4	639 cm2	52.38%	20	10.48	
Total	1357 cm2	111.23%		16.36	

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene que el rendimiento promedio de llenado de vigas huecas rectangulares es de 14.92m³/día, mientras que en las vigas huecas circulares se ha obtenido un rendimiento de 16.36m³/día. Como promedio de ambos rendimientos se ha obtenido 15.64 m³/día; de acuerdo a estos datos se ha decidido tomar como rendimiento de la partida de vaciado de concreto de vigas huecas como 15.00 m³/día.

De acuerdo a lo antes mencionado se ha notado que en la partida de vigas huecas rectangulares el costo ha incrementado en 6.32%, mientras que, en el análisis de Costo Directo a nivel estructural, el incremento ha sido de 1.08%. Por otro lado, el incremento en la partida de vigas huecas circulares ascendió a 11.18%, y la variación del coste directo al emplear estas vigas es de 1.91%.

El incremento en el costo de vigas huecas circulares se debe principalmente al empleo de dos tuberías de PVC, utilizadas como encofrado perdido para lograr el agujero interior en las vigas; mientras que para generar el agujero en las vigas huecas rectangulares se ha empleado un solo casetón de EPS.

Estos datos son similares a los que presenta T. Amaya Astudillo, en su investigación indica que, según la comparación de costos se observa que la aplicación de losas Bubbledeck resulta menos económica para cada caso, esto debido al costo de las esferas de polietileno de alta densidad. Ya que, al no contar con una industria dedicada a la fabricación de este tipo de elementos, los costos de aplicación de losas Bubbledeck se vuelven perjudiciales.

Sin embargo, en la investigación de A. Romero Martínez, se observa que al pre esforzar el acero y anclarlo contra el concreto produce deformaciones y esfuerzos deseables que sirven para reducir o eliminar las grietas en el concreto. El uso de los tendones con la forma parabólica ayuda a soportar los momentos flectores y los esfuerzos cortantes reduciendo las tensiones diagonales generando una sección menor en el elemento. Con la nueva sección de la viga hace que se soporte la misma magnitud del esfuerzo cortante, pero con un peralte reducido aminorando costos en el concreto. Pero este ahorro tiene un límite, ya que no es factible económicamente usar éste método para todas las vigas de la edificación. Se requieren equipos especiales, anclajes extremos, torones y mano de obra especializada. La atención en el diseño y el método constructivo en campo involucrará más tiempo que el de una viga reforzada convencional. Asimismo, la supervisión será más estricta.

5.5. Análisis del impacto ambiental de los materiales

Según V. Conesa Fernández, los métodos más conocidos para la evaluación de impacto ambiental (EIA), en proyectos de ingeniería son: Leopold, Batelle-Columbus y el método Sorensen-Rau. Estos consisten en el proceso de identificación, predicción, evaluación y mitigación de los efectos biofísicos, sociales y otros impactos relevantes ocasionados por propuestas de desarrollo previa la toma de decisiones mayores. [15]

Los métodos, anteriormente mencionados, aplicados en este proyecto no brindarían la información requerida, ya que la construcción de las edificaciones será casi en su totalidad similar, con la salvedad de la incorporación de 2 materiales distintos (EPS y PVC que se emplearán como encofrados perdidos), los métodos antes mencionados hacen hincapié en la totalidad del proyecto y en sus efectos ambientales que provocarán en el “antes, durante y después” del desarrollo de la construcción física del proyecto. Es por eso que en esta investigación se ha empleado un método relativamente nuevo, cómo es la Huella de Carbono, en este método se analizará específicamente los materiales que se variarán de acuerdo al tipo de viga predominante. Acorde con los resultados brindados por este método, se ha obtenido que las vigas de concreto de sección hueca rectangular, empleando EPS, son las más eficaces en el

aspecto ambiental, ya que tienen una disminución de 7.92% de emisiones de CO₂ al emplear este material como encofrado perdido. Mientras que las vigas de sección hueca circular, empleando PVC como encofrado perdido, tiene una disminución de un poco notorio 0.67%.

En la investigación de M. A. Romero, no se ha realizado un análisis de impacto ambiental, sin embargo, concluye que, si los resultados del análisis son precisos, hay un mejor aprovechamiento del material que trabajará a su máxima expresión. Conjuntamente, indica que ha tenido una reducción notoria en las secciones de sus elementos analizados, en el cual se puede apreciar un ahorro evidente en materiales por tener secciones menores que soportan las mismas cargas. Los elementos del pre esfuerzo son más esbeltos, es decir tienen secciones reducidas ahorrando metros cúbicos de concreto, madera o metal de encofrado y varillas de refuerzo convencional con diámetros considerables. Un porcentaje menor de material también es parte de la minora en contaminación ambiental debido a la reducción de secciones empleadas en las estructuras. Además, por tener menor cantidad de materiales para un elemento se reducen los costos de mano de obra en maniobras y acarreo.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

El empleo de vigas huecas rectangulares (V.HR) mejora el comportamiento sísmico de las estructuras de manera más eficaz que las vigas de sección hueca circular (V.HC), y estas a su vez tienen mejor comportamiento comparadas con las vigas de sección llena (V.LL). Así las vigas huecas disminuyen tanto en peso sísmico, desplazamientos laterales, fuerzas sísmicas y contaminación ambiental; sin embargo, económicamente implicarán un aumento en la especialidad de estructuras.

La sección de viga que soporta los esfuerzos, presentes en el diseño a flexión, solo es una parte de la totalidad del área transversal del concreto, ya que por debajo del eje neutro se le considera un elemento fisurado, es decir que no soporta ningún esfuerzo; Whitney reemplazó el bloque curvo de esfuerzos por un bloque rectangular equivalente de intensidad $0.85 f'_c$ y altura $\alpha = \beta_1 * c$, el área de este bloque rectangular debe ser igual a la del bloque curvo de esfuerzos y los centroides de los dos bloques deben coincidir. En la mayoría de los casos, los elementos de concreto armado se dimensionan para resistir las solicitaciones de flexión y posteriormente se verifica su resistencia al corte, en caso que la sección no resista el corte aplicado, se le refuerza con acero transversal. Los esfuerzos de torsión son bastante pequeños cerca del centro de una viga sólida; debido a esto, se supone que las vigas huecas tienen casi exactamente las mismas resistencias por torsión que las vigas sólidas con las mismas dimensiones exteriores.

Los esfuerzos pertenecientes a las vigas, ya sean de sección convencional o de sección hueca, se mantienen con una diferencia mínima, de acuerdo a esto, la cuantía de acero longitudinal para las diferentes secciones analizadas no varía. La grieta más cercana al apoyo que puede presentarse tiene una inclinación de 45° y alcanza el borde superior del elemento a “d” de la cara, de acuerdo a esto se ha optado por iniciar el tramo de sección hueca a una distancia “d”, medida desde la cara del apoyo, con la intención de garantizar una buena resistencia al corte y torsión en los tramos iniciales de la viga. Después de producirse las primeras grietas, las secciones sólidas y huecas se comportan prácticamente igual; esto indica que el núcleo interior de concreto no contribuye substancialmente a la resistencia a la torsión de la pieza después de producido el agrietamiento.

Al emplear vigas de sección hueca, las propiedades tanto mecánicas, como geométricas varían con respecto a una viga de sección llena con las mismas dimensiones

exteriores. El área de sección bruta de concreto, se ha logrado reducir en 19% con respecto a las vigas huecas rectangulares, mientras que en las vigas circulares el área ha disminuido en 10%. La inercia también ha sido afectada por el cambio de sección, en vigas huecas rectangulares ha disminuido en 6%, mientras que en las vigas huecas circulares la reducción de inercia ha sido en 3%. Esto debido a que la sección hueca es menor en la viga hueca circular comparada con la viga hueca rectangular. Estas alteraciones en las características se verán reflejadas en la rigidez de la estructura. La diferencia de pesos entre edificios se debe únicamente al cambio de sección de vigas, esto quiere decir que los demás elementos del edificio se han mantenido con las mismas secciones, con el único objetivo de analizar las diferencias al emplear secciones de vigas distintas. La disminución de peso al usar vigas huecas rectangulares es de 3.61%, mientras que la variación en las vigas huecas circulares es de 1.85%. Las vigas de sección hueca rectangular tienen menos peso al ser comparadas con las vigas huecas circulares y con las vigas de sección plena. Esto se debe a que la sección hueca rectangular es más amplia y desplaza más concreto que las vigas huecas circulares. Los desplazamientos de la edificación al emplear secciones de vigas tanto llenas como huecas, no presentan diferencias notorias, esto se debe a que las fuerzas sísmicas varían de acuerdo al peso de la edificación, en el caso de las vigas huecas, dicha fuerza sufre una reducción, pero las inercias de los pórticos también han disminuido, ya que una viga de sección hueca provocará una rigidez menor. Las fuerzas sísmicas en las edificaciones analizadas disminuyen de acuerdo al tipo de viga que se esté empleando, de esta manera se tiene que para vigas huecas rectangulares la disminución de fuerza sísmica es de 4.03%; mientras que la disminución de fuerza sísmica provocada por las vigas de sección hueca circular es de 1.98%, esto se da ya que la fuerza sísmica es directamente proporcional al peso de la edificación en análisis; al disminuir el peso, se logrará disminuir la fuerza horizontal.

La investigación geotécnica se ha elaborado en base a la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones y corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación para el presente proyecto de investigación que se realizará en tres distritos de la Provincia de Chiclayo: Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria. Las investigaciones han consistido de 3 puntos de exploración con SPT en cada edificación, dando como resultado 9 puntos de SPT analizados. Los estratos que servirán de apoyo a la cimentación son Arcillas Arenosas de baja plasticidad. La presión admisible en la edificación “A-JLO” es de 0.75 kg/cm²; en la edificación “B-Brisas” es de 1.17 kg/cm² y en la edificación “C-Victoria” es de

0.74kg/cm². Los suelos en el entorno del proyecto presentan niveles moderados de agresividad química, por lo que se deberá utilizar $f'_c=280$ kg/cm² y uso de cemento Portland Tipo MS. Los resultados de éste proyecto solo se aplican exclusivamente a esta área de estudio. El área en estudio se encuentra en la Zona 4, de la Zonificación Sísmica del Perú; por lo tanto, los parámetros son: Factor de Zona “Z” = 0,45g; Factor de Suelo “S” = 1,05; Períodos: $T_p = 0,6$ s y $T_L = 2,0$ s; Factor de amplificación sísmica $C = 2,5$.

La variación de precios se debe principalmente al empleo de encofrados perdidos, así como a la disminución del rendimiento en las partidas de habilitación y colocación de acero, y en la colocación de concreto armado; cabe señalar que en esta última partida se ha incorporado el uso de aditivo plastificante con el objetivo de garantizar el correcto vaciado de concreto y evitar cangrejas en las partes inferiores de las vigas huecas. En la partida de vigas huecas rectangulares el costo ha incrementado en un 6.32%, mientras que, en el análisis de Costo Directo a nivel estructural, el incremento ha sido de 1.08%. Por otro lado, el incremento en la partida de vigas huecas circulares ascendió a 11.18%, y la variación del coste directo al emplear estas vigas es de 1.91%. El incremento en el costo de vigas huecas circulares se debe principalmente al empleo de dos tuberías de PVC, utilizadas como encofrado perdido para lograr el agujero interior en las vigas; mientras que para generar el agujero en las vigas huecas rectangulares se ha empleado un solo casetón de EPS.

Se ha empleado la metodología “Huella de Carbono”, esta se conoce como la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Para medir este impacto ambiental se lleva a cabo un inventario de emisiones de GEI o un análisis de ciclo de vida según la tipología de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas. Se analizará específicamente los materiales que se variarán de acuerdo al tipo de viga predominante, ya que la construcción de las edificaciones será casi en su totalidad similar, con la salvedad de la incorporación de 2 materiales distintos (EPS y PVC que se emplearán como encofrados perdidos). Las vigas de concreto de sección hueca rectangular, empleando EPS, son las más eficaces en el aspecto ambiental, ya que tienen una disminución de 7.92% de emisiones de CO₂ al emplear este material como encofrado perdido. Mientras que las vigas de sección hueca circular, empleando PVC como encofrado perdido, tiene una disminución de un poco notorio 0.67%.

VII. RECOMENDACIONES

Se deberá tener en consideración que el espesor de las vigas de sección hueca satisfaga las necesidades de anclaje de viguetas. Para garantizar que la torsión de vigas huecas no sea grande, se recomienda no usar viga sobre viga en secciones huecas. Tener en consideración los peraltes máximos de las vigas para evitar vigas de gran peralte, y en caso se presenten diseñarlas con lo que especifique la normatividad vigente. Para poder emplear vigas de concreto de sección hueca de 30*50 cm, la luz libre mínima de viga será de 2.00 m. Para poder lograr la ejecución de vigas de sección hueca en una edificación, se requiere que las vigas en su totalidad sean de la misma sección, con el objetivo de lograr una continuidad de vacíos generados por los encofrados perdidos.

Tener en consideración las equivalencias de las características de las vigas para su correcto empleo, es decir analizar la viga de sección convencional y emplear vigas de sección hueca con características similares en cuanto a inercias y resistencia tanto a corte como a torsión. Emplear caballetes de 3/8” para su correcta ubicación del encofrado perdido, dichos caballetes estarán espaciados por no más de 1.00m de distancia.

Tener en cuenta el uso de cemento anti salitre para los elementos que se encuentren en contacto con el terreno. Utilizar geomembrana para aislar la cimentación del terreno, para evitar contacto directo, en caso de no poder emplear geomembrana, utilizar solado de concreto simple.

Para la tubería de PVC, como para el poliestireno expandido (EPS), emplear el que esté disponible en el mercado con el precio más bajo, ya que solo servirá de encofrado perdido, una vez el concreto este fraguado no servirá de material estructural.

Se recomienda aumentar la sensibilización en el sector de la construcción frente al impacto ambiental, ya que los materiales procesados para dicho rubro tienen como consecuencia una gran emisión de CO₂ al medio ambiente, así como el uso excesivo del agua que está presente en todo el proceso, desde la extracción de materiales hasta para el curado del concreto. Se recomienda el empleo de tubería de PVC ORIENTADO (PVC-O) ya que en el proceso de fabricación garantizan responsabilidad con el medio ambiente, avalados por cuatro principios: Eficiencia energética (en su fabricación se consumen menos energía y materias primas), mejor huella ambiental (reducción de emisiones de CO₂ y menor consumo de energía durante su vida útil), optimización de recursos hídricos (debido a su elevada estanqueidad) y total reciclabilidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Nilson, Diseño de estructuras de concreto, Colombia: Mc Graw Hill, 2011.
- [2] J. Volta, Terremotos ¿Cómo afecta el sismo a los edificios?, España: ArV, 2016.
- [3] D. Hou, Hormigones livianos de alto desempeño, Mexico: ESPOSOL, 2015.
- [4] T. Amaya Astudillo, «Análisis del comportamiento y aplicación de losas Bubbledeck,» Tesis de Titulación de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2015.
- [5] A. Romero Martínez, «Evolución de los métodos de cálculo en las estructuras diseñadas con pórticos de concreto armado para edificios en el área norte de Latinoamérica,» *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 2013.
- [6] M. A. Romero, «Diseño estructural y comparación de una edificación multifamiliar de seis niveles usando vigas peraltadas convencionales y vigas preesforzadas en diversos ambientes,» Tesis de titulación de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2015.
- [7] E. Barba, La estructura de los Edificios, España: Editorial Club Universitario, 2006.
- [8] A. Blanco Blasco, Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, Lima: CIP, 1995.
- [9] J. C. McCormack, Diseño de concreto reforzado, México: Alfaomega, 2011.
- [10] E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado., Lima: Fondo Editorial, 2002.
- [11] L. Ramírez Cabrera, «Análisis de las emisiones de CO₂ de los materiales usados,» de *Conferencia Científica Internacional Sostenibilidad y Cambio Climático*, Santo Domingo, 2016.

- [12] J. L. Doménech Quesada, «Huella ecológica del cemento,» Ingeniería Sostenible, Coruña, 2010.
- [13] ComisiónDeLasComunidades, «Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC,» Libro Verde, Bruselas, 2012.
- [14] C. Martínez López, «Poliestireno expandido (EPS) y su problemática ambiental,» Bosques de Saloya, Tabasco, 2012.
- [15] V. Conesa Fernández, Guía metodologica para la evaluacion de impacto ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [16] D. Braja M., Principio de Ingeniería de Cimentaciones, México: Thomson Learning, 2001.
- [17] D. Braja M., Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Mexico: Cengage Learning, 2012.
- [18] Juárez y Rico, Mécanica De Suelos - Tomo 2, México: Limusa, 2011.
- [19] Peck, Ralph B., Walter E. Hanson, y Thomas H. Thornburn, Ingeniería De Cimentaciones, México D.F.: Limusa, 2008.
- [20] N. Suinaga, Comportamiento de los edificios ante un sismo, México: Nature, 2015.
- [21] L. y. H. B. Bozzo, Diseño Sismoresistente de Estructuras, Perú: ICG, 2008.
- [22] C. Crespo Villalaz, Mecánica De Suelos Y Cimentaciones, México: Limusa, 2004.
- [23] Albert Ventayol y Carlos Fernández, «Medida de la energía del ensayo SPT:Correcciones a aplicar,» *Bosch y Ventayol Geoserveis*, p. 54, 2010.
- [24] C. A. Atala Abad, «Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración,» Tesis para optar el grado de maestro en ciencias con mención en Ingeniería Geotécnica, UNI, Lima, Perú, 2011.

IX. ANEXOS

ANEXO N°01: DOCUMENTOS

DOCUMENTO N°1.1: DECLARACIÓN JURADA

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"

DECLARACIÓN JURADA

SE LEGALIZAN LAS FIRMAS
NO EL CONTENIDO

EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR
EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO.
LEY 138 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1042

Yo, César Danny Harold Briones Samamé, identificado con DNI N° 70030233 y con Código Universitario: 121EP34434, estudiante de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, ubicada en la ciudad de Chiclayo, DECLARO BAJO JURAMENTO:

Que, el presente proyecto de tesis a desarrollar denominado "OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA", a la fecha no ha sido desarrollado, ni se viene desarrollando por ninguna entidad pública, privada o académica, por lo cual se firma el presente documento en señal de veracidad.

Chiclayo, 27 de Setiembre de 2016.

CERTIFICO: Que la firma que antecede corresponde (a) CÉSAR
DANNY HAROLD
BRIONES SAMAMÉ
DNI N° 70030233

identificado (a) con ISABEL ALVARADO QUIJANO
NOTARIO - ABOGADO
C.N.L. N° 11
26 SEP 2016
AV. SAENZ PEÑA N° 845 - TELEFAX: 233806
CHICLAYO - PERU

Chiclayo,

César Danny Harold Briones Samamé
DNI N° 70030233

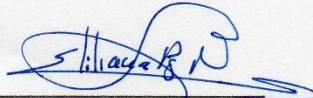
Isabel Alvarado Quijano
NOTARIO - ABOGADO
C.N.L. N° 11
26 SEP 2016
AV. SAENZ PEÑA N° 845 - TELEFAX: 233806
CHICLAYO - PERU

DOCUMENTO N° 1.2: Autorización de la señora Liliana Paz Neira

AUTORIZACIÓN

Yo, **Liliana Paz Neira**, identificada con DNI N° 70030237, propietaria del terreno ubicado en la Manzana "L" Lotes 6 y 7 de la calle San Pedro S/N – San Pedro; por medio de la presente **Autorizo** a **César Danny H. Briones Samamé**, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, para que pueda acceder a la información que se requiera del proyecto a realizar en dicho terreno y el permiso para ejecutar los diversos estudios que se requieran.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.



Liliana Paz Neira
DNI N° 70030237

DOCUMENTO N° 1.3: Autorización de la señora Liliana Paz Neira

AUTORIZACIÓN

Yo, **Liliana Paz Neira**, identificada con DNI N° 70030237, propietaria del terreno ubicado en la Manzana "F" Lote 22 – Urb. El Obelisco-Distrito José Leonardo Ortiz; por medio de la presente **Autorizo** a **César Danny H. Briones Samamé**, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, para que pueda acceder a la información que se requiera del proyecto a realizar en dicho terreno y el permiso para ejecutar los diversos estudios que se requieran.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.



Liliana Paz Neira
DNI N° 70030237

DOCUMENTO N° 1.4: DNI de la señora Liliana Paz Neira.



DOCUMENTO N° 1.5: Autorización del señor Rosemiro Vásquez Castillo.

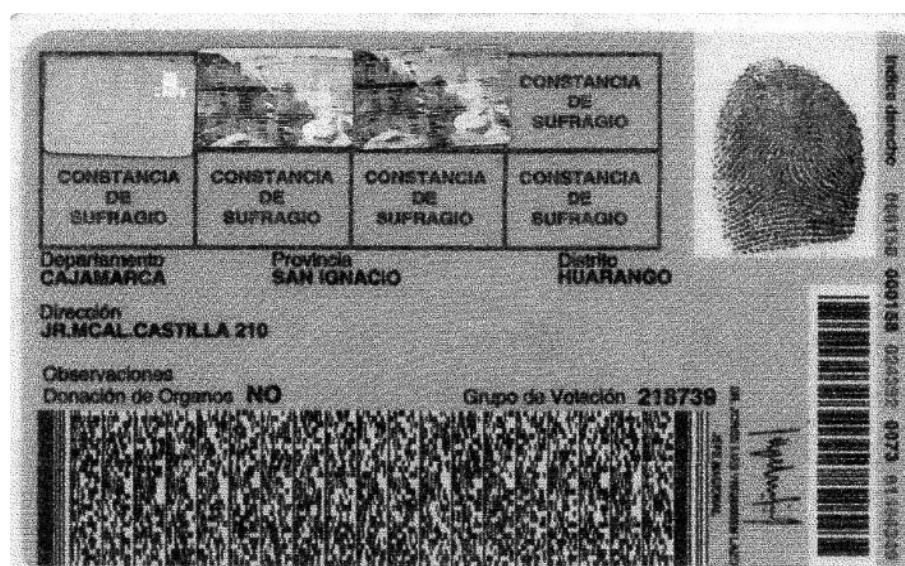
AUTORIZACIÓN

Yo, **Rosemiro Vásquez Castillo**, identificado con DNI N° 41778344, propietario del terreno ubicado en la Manzana "D" Lote 09 de la calle Virgen María S/N -Urbanización Las Brisas; por medio de la presente **Autorizo** a **César Danny H. Briones Samamé**, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, para que pueda acceder a la información que se requiera del proyecto a realizar en dicho terreno y el permiso para ejecutar los diversos estudios que se requieran.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.

Rosemiro Vázquez Castillo
DNI N° 41778344

DOCUMENTO N° 1.6: DNI del señor Rosemiro Vásquez Castillo.



**DOCUMENTO N° 1.7: Solicitud de aprobación de planos dirigida a la Municipalidad
Provincial De Chiclayo.**

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"

SOLICITO: Aprobación de planos de arquitectura.

Señores:

Ing. David Cornejo Chinguel
ALCALDE DE LA PROVINCIA DE CHICLAYO

Arq. W. David Vásquez Salomón
GERENTE DE DESARROLLO URBANO



REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:

**"EVALUACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO VIGAS DE
CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"**

De mi consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Yo, César Danny H. Briones Samamé, identificado con DNI N° 70030233, en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "EVALUACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA" motivo por el cual solicito a su digno despacho la aprobación de los planos presentados, que serán de vital importancia para el desarrollo del proyecto de tesis antes mencionado.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a la solicitud por ser de justicia.

Chiclayo, 10 de Octubre de 2016

Anexo:

- Carta de presentación de parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental.
- Presentación del Proyecto de Tesis.
- (08) Planos de tres proyectos localizados en la Provincia de Chiclayo.

Atentamente.

César Danny H. Briones Samamé
DNI N° 70030233

DOCUMENTO N° 1.8: Carta respuesta por parte de la Municipalidad Provincial De Chiclayo.



"AÑO DE LA CONSOLIDACION DEL MAR DE GRAU"

Chiclayo, Octubre 12 del 2016.

CARTA N° 170 -2016-MPCH/GDU

SR.

CESAR DANNY BRIONES SAMAME

Ciudad.

REF. : SOLICITUD S/N (Reg.105473/62315)STD/MPCH.

Estimado Señor:

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.

Visto lo solicitado en el documento de la referencia, indicarle que este despacho ha aprobado los Planos presentados, tal como lo demuestra la documentación debidamente firmada. Devolviéndolos para los fines convenientes.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,

c.c:
Arch
Reg. 108995
Exp. 62315

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
CHICLAYO
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
.....
Arq. Wilmer David Pasquez Salomón
GERENTE

WDVS/mv

AV. JOSE BALTA N°975 – CHICLAYO
TELEF. 074 - 204911

ANEXO N°02: ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1: EDIFICIO A

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.1: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN A-V.HR

COMPARACION DE ENVOLVENTES A.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	ΔV_2	ΔV_3	ΔT	ΔM_2	ΔM_3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max} =$	Max	0.891	2.290	0.225	0.053	0.088	1.419
Resumen	$\Delta \text{Min} =$	Min	-1.033	-2.175	-0.180	-0.053	-0.089	-1.284

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	ΔV_2	ΔV_3	ΔT	ΔM_2	ΔM_3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
3	Ok	Max	-0.034	0.022	-0.009	0.013	-0.005	-0.099
3	Ok	Min	0.297	0.276	0.010	-0.005	0.005	0.230
4	Ok	Max	-0.164	-0.508	-0.018	-0.005	-0.096	-0.766
4	Ok	Min	0.106	0.627	0.018	0.006	0.026	0.748
5	Ok	Max	0.031	0.096	-0.005	0.003	-0.003	0.019
5	Ok	Min	0.203	0.202	0.010	-0.015	0.007	0.109
9	Ok	Max	-0.128	-0.279	-0.008	-0.001	-0.011	-0.471
9	Ok	Min	0.196	0.483	0.005	0.003	0.006	0.585
13	Ok	Max	-0.016	0.077	-0.005	0.012	-0.001	-0.013
13	Ok	Min	0.233	0.210	0.006	-0.001	0.004	0.124
14	Ok	Max	-0.190	-0.291	-0.009	-0.003	-0.013	-0.488
14	Ok	Min	0.126	0.500	0.006	0.001	0.009	0.610
15	Ok	Max	-0.017	0.075	-0.004	0.004	-0.002	-0.017
15	Ok	Min	0.231	0.210	0.006	-0.010	0.003	0.123
20	Ok	Max	-0.145	-0.511	-0.020	-0.005	-0.099	-0.765
20	Ok	Min	0.114	0.639	0.021	0.004	0.030	0.761
25	Ok	Max	-0.285	-0.189	-0.061	0.007	-0.039	-0.449
25	Ok	Min	0.304	0.437	0.069	-0.001	0.041	0.576
35	Ok	Max	-0.024	-0.170	-0.012	-0.001	-0.020	-0.408
35	Ok	Min	0.018	0.415	0.021	0.001	0.036	0.540
111	Ok	Max	0.009	-0.520	-0.018	-0.007	-0.027	-0.748
111	Ok	Min	-0.125	0.681	0.019	0.008	0.028	0.795
131	Ok	Max	-0.078	-0.310	-0.006	-0.002	-0.012	-0.517
131	Ok	Min	0.043	0.520	0.003	0.003	0.008	0.649
151	Ok	Max	-0.265	-0.310	-0.010	-0.003	-0.014	-0.515
151	Ok	Min	0.124	0.533	0.007	0.002	0.010	0.667
171	Ok	Max	0.030	-0.518	-0.020	-0.008	-0.030	-0.739
171	Ok	Min	-0.118	0.692	0.020	0.007	0.029	0.813
177	Ok	Max	-0.027	-0.043	-0.032	-0.004	-0.020	-0.192
177	Ok	Min	-0.026	0.251	0.032	0.011	0.020	0.172
178	Ok	Max	-0.023	-0.067	-0.031	-0.005	-0.018	-0.182
178	Ok	Min	-0.030	0.218	0.030	0.008	0.018	0.094
179	Ok	Max	-0.004	-0.232	-0.013	0.003	-0.031	-0.197
179	Ok	Min	-0.049	0.057	0.015	-0.007	0.031	0.134
183	Ok	Max	-0.006	-0.048	-0.077	0.003	-0.039	-0.195
183	Ok	Min	0.136	0.260	0.075	-0.003	0.043	0.181
184	Ok	Max	-0.007	-0.049	-0.091	0.003	-0.043	-0.195
184	Ok	Min	0.137	0.256	0.095	-0.002	0.047	0.178
185	Ok	Max	-0.014	-0.071	-0.090	0.000	-0.024	-0.184
185	Ok	Min	0.143	0.226	0.091	-0.002	0.025	0.102
186	Ok	Max	-0.455	-0.223	-0.055	0.000	-0.033	-0.507
186	Ok	Min	0.307	0.458	0.070	0.008	0.041	0.618
187	Ok	Max	-0.021	-0.094	-0.086	-0.007	-0.004	-0.161
187	Ok	Min	0.150	0.194	0.087	0.002	0.004	0.030
188	Ok	Max	-0.021	-0.116	-0.084	-0.008	-0.020	-0.130
188	Ok	Min	0.150	0.164	0.083	0.003	0.020	-0.026
189	Ok	Max	-0.026	-0.111	-0.081	-0.011	0.003	-0.126
189	Ok	Min	0.154	0.153	0.081	0.006	-0.004	-0.031
190	Ok	Max	-0.027	-0.143	-0.073	-0.014	0.003	-0.108
190	Ok	Min	0.152	0.130	0.072	0.007	-0.004	-0.050
192	Ok	Max	-0.066	-0.176	-0.071	-0.015	0.003	-0.155
192	Ok	Min	0.188	0.106	0.071	0.008	-0.003	0.007
193	Ok	Max	-0.089	-0.209	-0.067	-0.016	0.001	-0.185
193	Ok	Min	0.208	0.082	0.067	0.008	-0.002	0.073
197	Ok	Max	-0.089	-0.050	-0.068	0.003	-0.039	-0.198
197	Ok	Min	0.016	0.263	0.063	-0.003	0.042	0.183
198	Ok	Max	-0.104	-0.052	-0.098	0.002	-0.044	-0.197
198	Ok	Min	0.030	0.259	0.097	-0.003	0.047	0.180
199	Ok	Max	-0.166	-0.074	-0.090	0.003	-0.023	-0.185
199	Ok	Min	0.093	0.228	0.091	0.000	0.025	0.103
200	Ok	Max	-0.210	-0.097	-0.085	-0.001	-0.003	-0.161

200	Ok	Min	0.137	0.196	0.086	0.006	0.004	0.030
202	Ok	Max	-0.104	-0.118	-0.085	-0.002	-0.090	-0.129
202	Ok	Min	0.032	0.167	0.086	0.008	0.020	-0.028
203	Ok	Max	-0.207	-0.113	-0.082	-0.005	0.004	-0.125
203	Ok	Min	0.135	0.156	0.083	0.011	-0.004	-0.033
204	Ok	Max	-0.128	-0.145	-0.074	-0.007	0.003	-0.108
204	Ok	Min	0.059	0.132	0.073	0.013	-0.004	-0.049
205	Ok	Max	-0.155	-0.178	-0.073	-0.007	0.002	-0.159
205	Ok	Min	0.088	0.109	0.072	0.015	-0.003	0.009
207	Ok	Max	-0.176	-0.211	-0.069	-0.008	-0.005	-0.190
207	Ok	Min	0.112	0.084	0.068	0.015	0.004	0.077
216	Ok	Max	-0.094	-0.207	-0.007	-0.002	-0.011	-0.469
216	Ok	Min	-0.006	0.453	0.015	0.002	0.025	0.607
297	Ok	Max	-0.012	-0.082	-0.022	-0.002	-0.013	-0.171
297	Ok	Min	-0.040	0.198	0.022	0.002	0.013	0.052
299	Ok	Max	-0.187	-0.390	-0.010	-0.003	-0.025	-0.600
299	Ok	Min	0.136	0.493	0.011	0.005	0.026	0.562
302	Ok	Max	-0.091	-0.198	-0.009	0.000	-0.012	-0.355
302	Ok	Min	0.145	0.410	0.006	0.002	0.008	0.480
305	Ok	Max	-0.159	-0.201	-0.009	-0.002	-0.011	-0.357
305	Ok	Min	0.091	0.410	0.006	0.000	0.007	0.481
309	Ok	Max	-0.162	-0.393	-0.020	-0.004	-0.029	-0.602
309	Ok	Min	0.138	0.502	0.020	0.003	0.029	0.572
312	Ok	Max	-0.209	-0.121	-0.051	0.008	-0.033	-0.356
312	Ok	Min	0.252	0.377	0.056	-0.002	0.032	0.471
318	Ok	Max	-0.012	-0.121	-0.011	-0.001	-0.019	-0.326
318	Ok	Min	0.005	0.366	0.020	0.001	0.034	0.457
432	Ok	Max	-0.083	-0.015	-0.032	-0.001	-0.017	-0.152
432	Ok	Min	0.027	0.228	0.032	0.009	0.017	0.136
433	Ok	Max	-0.108	-0.039	-0.030	-0.004	-0.013	-0.153
433	Ok	Min	0.052	0.195	0.029	0.007	0.013	0.067
434	Ok	Max	-0.122	-0.202	-0.011	0.001	-0.030	-0.172
434	Ok	Min	0.066	0.033	0.013	-0.004	0.029	0.100
437	Ok	Max	0.007	-0.028	-0.076	0.002	-0.035	-0.167
437	Ok	Min	0.087	0.246	0.075	-0.003	0.039	0.158
438	Ok	Max	0.005	-0.030	-0.084	0.001	-0.039	-0.167
438	Ok	Min	0.088	0.241	0.087	-0.001	0.043	0.156
439	Ok	Max	-0.004	-0.052	-0.082	-0.001	-0.020	-0.163
439	Ok	Min	0.097	0.211	0.084	-0.002	0.022	0.085
453	Ok	Max	-0.012	-0.075	-0.077	-0.003	-0.001	-0.148
453	Ok	Min	0.104	0.179	0.079	0.001	0.001	0.019
454	Ok	Max	-0.013	-0.096	-0.073	-0.007	-0.021	-0.124
454	Ok	Min	0.105	0.149	0.073	0.001	0.021	-0.032
455	Ok	Max	-0.018	-0.090	-0.070	-0.010	0.001	-0.121
455	Ok	Min	0.110	0.137	0.070	0.004	-0.001	-0.037
456	Ok	Max	-0.021	-0.122	-0.062	-0.012	0.005	-0.109
456	Ok	Min	0.110	0.114	0.062	0.005	-0.005	-0.053
457	Ok	Max	-0.036	-0.155	-0.059	-0.013	0.005	-0.149
457	Ok	Min	0.123	0.090	0.059	0.005	-0.006	-0.003
458	Ok	Max	-0.056	-0.188	-0.055	-0.013	-0.001	-0.174
458	Ok	Min	0.139	0.066	0.055	0.005	0.000	0.056
477	Ok	Max	-0.081	-0.030	-0.067	0.003	-0.035	-0.170
477	Ok	Min	-0.013	0.247	0.063	-0.003	0.038	0.161
478	Ok	Max	-0.088	-0.032	-0.092	0.001	-0.040	-0.170
478	Ok	Min	-0.006	0.243	0.092	-0.002	0.043	0.159
479	Ok	Max	-0.081	-0.054	-0.083	0.003	-0.019	-0.166
479	Ok	Min	-0.013	0.213	0.085	0.000	0.021	0.088
480	Ok	Max	-0.078	-0.077	-0.077	0.000	0.000	-0.150
480	Ok	Min	-0.015	0.181	0.078	0.005	0.001	0.021
481	Ok	Max	-0.087	-0.098	-0.076	-0.001	-0.021	-0.125
481	Ok	Min	-0.005	0.151	0.077	0.007	0.021	-0.031
482	Ok	Max	-0.173	-0.092	-0.072	-0.004	0.001	-0.122
482	Ok	Min	0.081	0.139	0.073	0.010	-0.001	-0.035
483	Ok	Max	-0.106	-0.124	-0.063	-0.005	0.004	-0.109
483	Ok	Min	0.016	0.115	0.063	0.012	-0.005	-0.054
484	Ok	Max	-0.129	-0.156	-0.062	-0.005	0.004	-0.149
484	Ok	Min	0.043	0.091	0.062	0.013	-0.005	-0.003
487	Ok	Max	-0.148	-0.189	-0.057	-0.005	-0.004	-0.174
487	Ok	Min	0.064	0.067	0.057	0.013	0.003	0.056
589	Ok	Max	-0.649	-0.028	-0.032	-0.002	-0.023	-0.176
589	Ok	Min	0.449	0.232	0.031	0.010	0.021	0.147

590	Ok	Max	-0.642	-0.051	-0.031	-0.003	-0.025	-0.172
590	Ok	Min	0.442	0.199	0.030	0.007	0.023	0.076
597	Ok	Max	-0.626	-0.217	-0.016	-0.001	-0.032	-0.174
597	Ok	Min	0.426	0.039	0.018	-0.001	0.032	0.111
600	Ok	Max	-0.165	-0.053	-0.075	0.006	-0.045	-0.208
600	Ok	Min	0.065	0.266	0.072	-0.006	0.048	0.190
601	Ok	Max	-0.154	-0.055	-0.103	0.006	-0.049	-0.208
601	Ok	Min	0.053	0.262	0.104	-0.005	0.052	0.188
602	Ok	Max	-0.164	-0.077	-0.103	0.000	-0.029	-0.195
602	Ok	Min	0.062	0.231	0.102	-0.003	0.030	0.109
603	Ok	Max	-0.175	-0.100	-0.100	-0.009	-0.009	-0.169
603	Ok	Min	0.071	0.200	0.098	0.005	0.008	0.035
604	Ok	Max	-0.155	-0.122	-0.101	-0.011	-0.018	-0.136
604	Ok	Min	0.051	0.170	0.097	0.006	0.018	-0.023
605	Ok	Max	-0.165	-0.117	-0.099	-0.014	0.001	-0.132
605	Ok	Min	0.060	0.167	0.096	0.009	-0.002	-0.029
606	Ok	Max	-0.129	-0.149	-0.090	-0.016	0.000	-0.110
606	Ok	Min	0.021	0.136	0.085	0.010	-0.001	-0.053
607	Ok	Max	-0.249	-0.182	-0.089	-0.018	-0.001	-0.158
607	Ok	Min	0.146	0.112	0.085	0.011	0.000	0.006
608	Ok	Max	-0.260	-0.215	-0.086	-0.019	0.000	-0.191
608	Ok	Min	0.156	0.088	0.082	0.012	-0.001	0.075
611	Ok	Max	-0.462	-0.067	-0.071	0.006	-0.045	-0.233
611	Ok	Min	0.182	0.288	0.063	-0.007	0.047	0.228
612	Ok	Max	-0.467	-0.069	-0.108	0.005	-0.050	-0.232
612	Ok	Min	0.188	0.283	0.105	-0.007	0.052	0.225
613	Ok	Max	-0.465	-0.091	-0.103	0.002	-0.028	-0.215
613	Ok	Min	0.187	0.253	0.102	0.000	0.030	0.140
614	Ok	Max	-0.463	-0.114	-0.099	-0.006	-0.008	-0.185
614	Ok	Min	0.185	0.221	0.099	0.010	0.008	0.059
615	Ok	Max	-0.469	-0.136	-0.101	-0.007	-0.018	-0.148
615	Ok	Min	0.193	0.191	0.102	0.012	0.019	-0.007
616	Ok	Max	-0.468	-0.138	-0.099	-0.009	0.002	-0.144
616	Ok	Min	0.193	0.188	0.099	0.015	-0.002	-0.013
617	Ok	Max	-0.478	-0.160	-0.088	-0.011	0.000	-0.109
617	Ok	Min	0.208	0.155	0.088	0.017	-0.001	-0.061
618	Ok	Max	-0.487	-0.193	-0.088	-0.012	-0.001	-0.157
618	Ok	Min	0.223	0.131	0.088	0.019	0.000	0.004
619	Ok	Max	-0.497	-0.227	-0.084	-0.013	-0.006	-0.198
619	Ok	Min	0.238	0.107	0.084	0.020	0.005	0.077
643	Ok	Max	-0.116	-0.053	-0.019	-0.003	-0.008	-0.148
643	Ok	Min	0.060	0.175	0.019	0.003	0.008	0.031
645	Ok	Max	-0.237	-0.262	-0.011	-0.002	-0.015	-0.437
645	Ok	Min	0.197	0.353	0.013	0.003	0.018	0.378
651	Ok	Max	-0.083	-0.107	-0.010	0.002	-0.012	-0.223
651	Ok	Min	0.083	0.309	0.008	0.002	0.009	0.337
658	Ok	Max	-0.160	-0.107	-0.010	-0.002	-0.012	-0.215
658	Ok	Min	0.052	0.303	0.006	-0.002	0.007	0.325
663	Ok	Max	-0.214	-0.265	-0.011	-0.003	-0.033	-0.441
663	Ok	Min	0.208	0.358	0.010	0.002	0.030	0.385
669	Ok	Max	-0.151	-0.042	-0.039	0.008	-0.025	-0.200
669	Ok	Min	0.107	0.300	0.042	-0.004	0.025	0.339
678	Ok	Max	-0.046	-0.064	-0.010	0.000	-0.017	-0.229
678	Ok	Min	-0.025	0.308	0.018	0.000	0.030	0.356
755	Ok	Max	-0.634	-0.066	-0.027	-0.002	-0.021	-0.163
755	Ok	Min	0.434	0.180	0.027	0.002	0.020	0.038
833	Ok	Max	-0.106	0.003	-0.035	0.000	-0.017	-0.126
833	Ok	Min	0.007	0.214	0.035	0.008	0.016	0.116
834	Ok	Max	-0.120	-0.021	-0.033	-0.003	-0.013	-0.134
834	Ok	Min	0.017	0.181	0.032	0.006	0.013	0.052
835	Ok	Max	-0.157	-0.185	-0.014	-0.002	-0.031	-0.153
835	Ok	Min	0.048	0.018	0.017	-0.002	0.031	0.080
838	Ok	Max	-0.056	-0.006	-0.079	0.000	-0.035	-0.135
838	Ok	Min	0.047	0.223	0.076	0.000	0.038	0.128
839	Ok	Max	-0.047	-0.008	-0.087	-0.001	-0.039	-0.135
839	Ok	Min	0.038	0.219	0.091	0.001	0.042	0.126
840	Ok	Max	-0.054	-0.030	-0.085	-0.002	-0.019	-0.140
840	Ok	Min	0.045	0.189	0.086	-0.001	0.020	0.064
841	Ok	Max	-0.062	-0.054	-0.080	-0.004	0.000	-0.132
841	Ok	Min	0.053	0.157	0.081	-0.002	0.001	0.006
842	Ok	Max	-0.048	-0.075	-0.076	-0.005	-0.023	-0.100

842	Ok	Min	0.039	0.127	0.076	-0.002	0.023	-0.038
843	Ok	Max	-0.055	-0.068	-0.072	-0.007	-0.006	-0.102
843	Ok	Min	0.045	0.115	0.073	0.001	0.006	-0.042
844	Ok	Max	-0.085	-0.101	-0.063	-0.009	-0.001	-0.107
844	Ok	Min	0.074	0.092	0.063	0.002	0.001	-0.055
845	Ok	Max	-0.051	-0.133	-0.059	-0.010	0.002	-0.137
845	Ok	Min	0.037	0.068	0.059	0.002	-0.003	-0.013
846	Ok	Max	-0.069	-0.166	-0.053	-0.011	-0.005	-0.153
846	Ok	Min	0.053	0.044	0.054	0.002	0.005	0.038
849	Ok	Max	-0.140	-0.007	-0.068	0.000	-0.035	-0.138
849	Ok	Min	-0.031	0.222	0.068	0.000	0.038	0.129
850	Ok	Max	-0.131	-0.009	-0.096	-0.001	-0.040	-0.138
850	Ok	Min	-0.039	0.218	0.096	0.001	0.043	0.127
851	Ok	Max	-0.137	-0.031	-0.086	0.001	-0.018	-0.142
851	Ok	Min	-0.034	0.188	0.088	0.002	0.021	0.064
852	Ok	Max	-0.143	-0.054	-0.078	0.001	0.001	-0.134
852	Ok	Min	-0.027	0.156	0.081	0.004	0.001	0.007
853	Ok	Max	-0.130	-0.075	-0.078	0.001	-0.022	-0.105
853	Ok	Min	-0.039	0.126	0.080	0.005	0.023	-0.037
854	Ok	Max	-0.135	-0.069	-0.074	-0.001	-0.006	-0.102
854	Ok	Min	-0.034	0.115	0.076	0.007	0.006	-0.041
855	Ok	Max	-0.128	-0.102	-0.064	-0.002	-0.002	-0.107
855	Ok	Min	-0.038	0.091	0.065	0.009	0.001	-0.056
856	Ok	Max	-0.148	-0.134	-0.061	-0.003	0.001	-0.135
856	Ok	Min	-0.015	0.068	0.062	0.011	-0.002	-0.013
857	Ok	Max	-0.167	-0.167	-0.056	-0.003	-0.007	-0.151
857	Ok	Min	0.007	0.043	0.056	0.011	0.006	0.038
932	Ok	Max	-0.139	-0.036	-0.019	-0.005	-0.007	-0.133
932	Ok	Min	0.032	0.161	0.020	0.004	0.008	0.019
961	Ok	Max	-0.379	-0.404	-0.076	0.007	-0.040	-0.152
961	Ok	Min	-0.102	0.473	0.133	0.012	0.061	0.181
962	Ok	Max	-0.380	-0.429	-0.061	0.001	-0.020	0.002
962	Ok	Min	-0.102	0.441	0.110	0.019	0.019	0.014
963	Ok	Max	-0.969	-1.059	-0.103	0.007	0.015	0.048
963	Ok	Min	0.470	1.028	0.116	0.011	-0.015	-0.039
964	Ok	Max	-0.961	-1.061	-0.074	0.006	-0.023	0.012
964	Ok	Min	0.462	1.039	0.089	0.014	0.021	-0.001
965	Ok	Max	-0.953	-1.100	-0.041	0.003	-0.006	-0.389
965	Ok	Min	0.453	1.011	0.058	0.019	-0.003	0.425
966	Ok	Max	-0.998	-0.393	-0.028	0.003	-0.009	-0.733
966	Ok	Min	0.861	0.572	0.031	-0.018	-0.002	0.778
967	Ok	Max	-0.992	-0.397	-0.024	0.002	-0.007	-0.706
967	Ok	Min	0.855	0.568	0.016	-0.014	-0.006	0.738
968	Ok	Max	-0.986	-0.420	-0.024	-0.001	-0.006	-0.554
968	Ok	Min	0.848	0.537	0.008	-0.010	-0.006	0.530
969	Ok	Max	-0.981	-0.444	-0.023	-0.008	-0.004	-0.389
969	Ok	Min	0.841	0.505	0.006	-0.003	-0.004	0.330
970	Ok	Max	-0.976	-0.469	-0.021	-0.018	-0.002	-0.211
970	Ok	Min	0.834	0.475	0.006	0.006	-0.002	0.139
971	Ok	Max	-0.971	-0.502	-0.021	-0.019	0.000	-0.053
971	Ok	Min	0.828	0.451	0.009	0.006	0.000	-0.010
972	Ok	Max	-0.970	-0.527	-0.021	-0.019	-0.003	-0.181
972	Ok	Min	0.827	0.433	0.009	0.006	0.006	0.140
973	Ok	Max	-0.966	-0.534	-0.026	-0.020	-0.003	-0.219
973	Ok	Min	0.822	0.427	0.014	0.005	0.006	0.187
974	Ok	Max	-0.962	-0.567	-0.040	-0.020	-0.011	-0.377
974	Ok	Min	0.816	0.403	0.022	0.003	0.016	0.400
975	Ok	Max	-0.958	-0.600	-0.062	-0.018	-0.014	-0.531
975	Ok	Min	0.811	0.379	0.027	0.001	0.025	0.628
976	Ok	Max	-0.498	-0.064	-0.027	-0.033	-0.026	-0.231
976	Ok	Min	0.005	0.193	0.026	0.029	0.026	0.309
977	Ok	Max	-0.425	-1.356	-0.026	-0.014	0.004	-0.862
977	Ok	Min	0.372	1.344	0.027	0.008	-0.003	0.788
978	Ok	Max	-0.424	-1.392	-0.037	-0.014	-0.005	-0.279
978	Ok	Min	0.370	1.318	0.038	0.008	0.005	0.222
979	Ok	Max	-0.409	-1.401	-0.034	-0.023	-0.001	-0.214
979	Ok	Min	0.355	1.316	0.036	0.013	0.001	0.161
980	Ok	Max	-0.401	-1.440	-0.066	-0.025	-0.005	-0.327
980	Ok	Min	0.348	1.297	0.077	0.012	0.005	0.316
981	Ok	Max	-0.344	-0.076	-0.180	-0.038	-0.062	-0.363
981	Ok	Min	0.091	1.048	0.219	0.001	0.074	0.727

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.2: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN A-V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C.ENV. - A

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

COMPARACION DE ENVOLVENTES A.HC							
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.451	1.004	0.117	0.023	0.038
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.518	-0.955	-0.094	-0.024	-0.040

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m
3	Ok	Max	-0.017	0.011	-0.004	0.006	-0.002
3	Ok	Min	0.146	0.135	0.005	-0.004	0.002
4	Ok	Max	-0.082	-0.256	-0.007	-0.001	-0.010
4	Ok	Min	0.054	0.318	0.007	0.002	0.009
5	Ok	Max	0.016	0.047	-0.002	0.003	-0.001
5	Ok	Min	0.099	0.100	0.004	-0.007	0.003
9	Ok	Max	-0.068	-0.139	-0.003	0.000	-0.004
9	Ok	Min	0.102	0.244	0.001	0.001	0.002
13	Ok	Max	-0.008	0.038	-0.002	0.006	0.000
13	Ok	Min	0.114	0.103	0.003	-0.002	0.002
14	Ok	Max	-0.097	-0.146	-0.003	-0.001	-0.004
14	Ok	Min	0.067	0.253	0.001	0.000	0.002
15	Ok	Max	-0.009	0.037	-0.002	0.003	-0.001
15	Ok	Min	0.113	0.103	0.002	-0.005	0.001
20	Ok	Max	-0.072	-0.257	-0.008	-0.002	-0.012
20	Ok	Min	0.057	0.323	0.008	0.001	0.012
25	Ok	Max	-0.147	-0.102	-0.027	0.007	-0.018
25	Ok	Min	0.152	0.225	0.029	-0.001	0.017
35	Ok	Max	-0.013	-0.092	-0.004	0.000	-0.007
35	Ok	Min	0.009	0.218	0.008	0.000	0.013
111	Ok	Max	-0.003	-0.262	-0.007	-0.003	-0.011
111	Ok	Min	-0.053	0.345	0.007	0.003	0.011
131	Ok	Max	-0.044	-0.156	-0.002	0.000	-0.005
131	Ok	Min	0.026	0.263	0.001	0.001	0.003
151	Ok	Max	-0.130	-0.156	-0.003	-0.001	-0.004
151	Ok	Min	0.061	0.270	0.002	0.000	0.003
171	Ok	Max	0.007	-0.261	-0.008	-0.003	-0.012
171	Ok	Min	-0.051	0.350	0.008	0.002	0.012
177	Ok	Max	-0.009	-0.098	-0.015	-0.002	-0.007
177	Ok	Min	-0.016	0.134	0.015	0.005	0.006
178	Ok	Max	-0.007	-0.040	-0.014	-0.002	-0.007
178	Ok	Min	-0.019	0.118	0.014	0.003	0.006
179	Ok	Max	0.003	-0.124	-0.006	0.003	-0.012
179	Ok	Min	-0.029	0.035	0.007	-0.004	0.012
183	Ok	Max	-0.003	-0.031	-0.036	0.002	-0.017
183	Ok	Min	0.067	0.138	0.035	-0.003	0.018
184	Ok	Max	-0.004	-0.031	-0.046	0.002	-0.019
184	Ok	Min	0.067	0.136	0.047	-0.002	0.021
185	Ok	Max	-0.007	-0.043	-0.045	0.000	-0.011
185	Ok	Min	0.071	0.121	0.046	-0.002	0.012
186	Ok	Max	-0.232	-0.119	-0.024	0.003	-0.016
186	Ok	Min	0.154	0.236	0.030	0.003	0.018
187	Ok	Max	-0.011	-0.054	-0.043	-0.003	-0.002
187	Ok	Min	0.074	0.105	0.043	0.000	0.002
188	Ok	Max	-0.011	-0.065	-0.044	-0.003	-0.009
188	Ok	Min	0.073	0.089	0.044	0.001	0.009
189	Ok	Max	-0.013	-0.063	-0.043	-0.004	0.001
189	Ok	Min	0.075	0.084	0.043	0.002	-0.001
190	Ok	Max	-0.013	-0.080	-0.038	-0.005	0.000
190	Ok	Min	0.074	0.072	0.038	0.002	0.000
192	Ok	Max	-0.037	-0.096	-0.037	-0.005	-0.001
192	Ok	Min	0.095	0.060	0.037	0.002	0.001

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

193	Ok	Max	-0.049	-0.113	-0.035	-0.004	-0.001
193	Ok	Min	0.106	0.048	0.035	0.002	0.000
197	Ok	Max	-0.044	-0.032	-0.032	0.003	-0.017
197	Ok	Min	0.009	0.140	0.029	-0.002	0.018
198	Ok	Max	-0.052	-0.033	-0.049	0.002	-0.019
198	Ok	Min	0.016	0.138	0.048	-0.001	0.020
199	Ok	Max	-0.104	-0.044	-0.045	0.002	-0.010
199	Ok	Min	0.068	0.123	0.045	0.000	0.011
200	Ok	Max	-0.106	-0.056	-0.042	0.000	-0.002
200	Ok	Min	0.070	0.106	0.043	0.002	0.002
202	Ok	Max	-0.052	-0.067	-0.045	0.000	-0.009
202	Ok	Min	0.017	0.091	0.045	0.003	0.009
203	Ok	Max	-0.104	-0.064	-0.043	-0.002	0.001
203	Ok	Min	0.069	0.086	0.043	0.004	-0.001
204	Ok	Max	-0.064	-0.081	-0.039	-0.002	0.000
204	Ok	Min	0.031	0.074	0.038	0.004	0.000
205	Ok	Max	-0.078	-0.098	-0.038	-0.002	-0.001
205	Ok	Min	0.046	0.062	0.038	0.005	0.000
207	Ok	Max	-0.089	-0.114	-0.036	-0.002	-0.003
207	Ok	Min	0.059	0.049	0.035	0.004	0.002
216	Ok	Max	-0.047	-0.112	-0.002	0.000	-0.004
216	Ok	Min	-0.002	0.238	0.006	0.000	0.010
297	Ok	Max	-0.001	-0.048	-0.008	0.000	-0.005
297	Ok	Min	-0.024	0.108	0.008	0.000	0.005
299	Ok	Max	-0.092	-0.196	-0.004	0.000	-0.010
299	Ok	Min	0.067	0.249	0.004	0.001	0.009
302	Ok	Max	-0.047	-0.099	-0.003	0.001	-0.004
302	Ok	Min	0.073	0.207	0.002	0.000	0.002
305	Ok	Max	-0.080	-0.100	-0.003	0.000	-0.004
305	Ok	Min	0.047	0.208	0.002	-0.001	0.002
309	Ok	Max	-0.079	-0.197	-0.008	-0.001	-0.011
309	Ok	Min	0.067	0.253	0.008	0.000	0.011
312	Ok	Max	-0.109	-0.067	-0.022	0.007	-0.015
312	Ok	Min	0.126	0.194	0.023	-0.002	0.013
318	Ok	Max	-0.009	-0.067	-0.003	0.000	-0.006
318	Ok	Min	0.005	0.192	0.007	0.000	0.012
432	Ok	Max	-0.043	-0.014	-0.015	-0.001	-0.005
432	Ok	Min	0.015	0.122	0.015	0.004	0.005
433	Ok	Max	-0.055	-0.026	-0.013	-0.001	-0.004
433	Ok	Min	0.027	0.105	0.013	0.003	0.004
434	Ok	Max	-0.061	-0.109	-0.005	0.002	-0.011
434	Ok	Min	0.034	0.023	0.006	-0.003	0.010
437	Ok	Max	0.005	-0.020	-0.035	0.001	-0.015
437	Ok	Min	0.041	0.130	0.034	-0.002	0.016
438	Ok	Max	0.004	-0.021	-0.041	0.001	-0.017
438	Ok	Min	0.041	0.128	0.042	-0.002	0.018
439	Ok	Max	0.000	-0.032	-0.040	0.000	-0.009
439	Ok	Min	0.045	0.113	0.041	-0.002	0.010
453	Ok	Max	-0.004	-0.044	-0.038	-0.002	-0.001
453	Ok	Min	0.049	0.096	0.038	0.000	0.001
454	Ok	Max	-0.004	-0.055	-0.038	-0.003	-0.009
454	Ok	Min	0.049	0.081	0.038	0.000	0.009
455	Ok	Max	-0.007	-0.052	-0.036	-0.004	0.000
455	Ok	Min	0.052	0.075	0.036	0.001	0.000
456	Ok	Max	-0.009	-0.068	-0.032	-0.004	0.001
456	Ok	Min	0.051	0.063	0.032	0.001	-0.001
457	Ok	Max	-0.020	-0.085	-0.031	-0.004	0.000
457	Ok	Min	0.061	0.051	0.031	0.001	-0.001
458	Ok	Max	-0.030	-0.102	-0.028	-0.004	-0.001
458	Ok	Min	0.070	0.039	0.028	0.001	0.000
477	Ok	Max	-0.040	-0.021	-0.031	0.002	-0.014
477	Ok	Min	-0.006	0.131	0.028	-0.001	0.016

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

478	Ok	Max	-0.044	-0.022	-0.045	0.002	-0.017
478	Ok	Min	-0.002	0.129	0.045	-0.001	0.018
479	Ok	Max	-0.040	-0.033	-0.040	0.002	-0.008
479	Ok	Min	-0.006	0.114	0.041	0.000	0.009
480	Ok	Max	-0.039	-0.045	-0.037	0.000	0.000
480	Ok	Min	-0.006	0.098	0.038	0.002	0.001
481	Ok	Max	-0.043	-0.056	-0.039	0.000	-0.009
481	Ok	Min	-0.002	0.082	0.039	0.002	0.009
482	Ok	Max	-0.085	-0.053	-0.037	-0.001	0.000
482	Ok	Min	0.040	0.076	0.037	0.004	0.000
483	Ok	Max	-0.053	-0.069	-0.033	-0.001	0.000
483	Ok	Min	0.009	0.064	0.033	0.004	-0.001
484	Ok	Max	-0.064	-0.086	-0.032	-0.001	0.000
484	Ok	Min	0.023	0.052	0.032	0.004	0.000
487	Ok	Max	-0.073	-0.103	-0.029	-0.001	-0.002
487	Ok	Min	0.034	0.040	0.029	0.004	0.002
589	Ok	Max	-0.320	-0.019	-0.015	-0.001	-0.008
589	Ok	Min	0.220	0.123	0.015	0.004	0.007
590	Ok	Max	-0.317	-0.031	-0.015	-0.001	-0.010
590	Ok	Min	0.217	0.107	0.014	0.002	0.010
597	Ok	Max	-0.308	-0.116	-0.007	0.001	-0.013
597	Ok	Min	0.208	0.025	0.008	-0.001	0.013
600	Ok	Max	-0.079	-0.034	-0.036	0.003	-0.020
600	Ok	Min	0.031	0.142	0.035	-0.004	0.021
601	Ok	Max	-0.073	-0.034	-0.052	0.003	-0.023
601	Ok	Min	0.024	0.140	0.053	-0.003	0.024
602	Ok	Max	-0.079	-0.046	-0.052	0.000	-0.014
602	Ok	Min	0.030	0.124	0.051	-0.002	0.014
603	Ok	Max	-0.085	-0.058	-0.051	-0.004	-0.005
603	Ok	Min	0.035	0.108	0.050	0.002	0.004
604	Ok	Max	-0.074	-0.069	-0.053	-0.004	-0.008
604	Ok	Min	0.023	0.093	0.052	0.002	0.009
605	Ok	Max	-0.079	-0.066	-0.052	-0.005	0.000
605	Ok	Min	0.028	0.091	0.051	0.003	0.000
606	Ok	Max	-0.061	-0.083	-0.047	-0.006	-0.002
606	Ok	Min	0.008	0.075	0.045	0.004	0.001
607	Ok	Max	-0.124	-0.100	-0.047	-0.006	-0.002
607	Ok	Min	0.073	0.063	0.045	0.004	0.002
608	Ok	Max	-0.131	-0.117	-0.045	-0.006	-0.002
608	Ok	Min	0.079	0.051	0.043	0.004	0.001
611	Ok	Max	-0.228	-0.041	-0.034	0.004	-0.020
611	Ok	Min	0.092	0.153	0.030	-0.004	0.021
612	Ok	Max	-0.231	-0.041	-0.055	0.003	-0.023
612	Ok	Min	0.095	0.151	0.053	-0.003	0.024
613	Ok	Max	-0.229	-0.053	-0.052	0.002	-0.013
613	Ok	Min	0.094	0.136	0.051	0.000	0.014
614	Ok	Max	-0.228	-0.065	-0.050	-0.002	-0.004
614	Ok	Min	0.093	0.119	0.050	0.004	0.004
615	Ok	Max	-0.231	-0.076	-0.053	-0.003	-0.008
615	Ok	Min	0.097	0.104	0.053	0.005	0.009
616	Ok	Max	-0.230	-0.077	-0.052	-0.003	0.000
616	Ok	Min	0.097	0.103	0.052	0.006	0.000
617	Ok	Max	-0.235	-0.089	-0.046	-0.004	-0.001
617	Ok	Min	0.105	0.085	0.046	0.006	0.001
618	Ok	Max	-0.240	-0.105	-0.046	-0.004	-0.002
618	Ok	Min	0.112	0.073	0.046	0.006	0.002
619	Ok	Max	-0.245	-0.122	-0.044	-0.004	-0.003
619	Ok	Min	0.120	0.061	0.044	0.006	0.003
643	Ok	Max	-0.059	-0.033	-0.006	0.000	-0.002
643	Ok	Min	0.031	0.095	0.006	0.001	0.002
645	Ok	Max	-0.111	-0.131	-0.004	0.000	-0.006
645	Ok	Min	0.090	0.178	0.005	0.001	0.007

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

651	Ok	Max	-0.042	-0.053	-0.003	0.001	-0.004
651	Ok	Min	0.041	0.157	0.002	0.000	0.003
658	Ok	Max	-0.079	-0.053	-0.003	0.000	-0.004
658	Ok	Min	0.026	0.154	0.002	-0.001	0.002
663	Ok	Max	-0.100	-0.132	-0.004	-0.001	-0.014
663	Ok	Min	0.095	0.180	0.004	0.000	0.012
669	Ok	Max	-0.080	-0.026	-0.017	0.007	-0.012
669	Ok	Min	0.052	0.154	0.017	-0.002	0.009
678	Ok	Max	-0.023	-0.036	-0.003	0.000	-0.004
678	Ok	Min	-0.013	0.161	0.006	-0.001	0.010
755	Ok	Max	-0.312	-0.039	-0.011	0.000	-0.009
755	Ok	Min	0.212	0.097	0.011	0.000	0.008
833	Ok	Max	-0.053	-0.004	-0.016	0.000	-0.005
833	Ok	Min	0.003	0.114	0.016	0.003	0.004
834	Ok	Max	-0.061	-0.016	-0.015	-0.001	-0.004
834	Ok	Min	0.011	0.097	0.015	0.003	0.004
835	Ok	Max	-0.074	-0.099	-0.007	0.000	-0.011
835	Ok	Min	0.025	0.014	0.008	-0.001	0.011
838	Ok	Max	-0.027	-0.008	-0.037	0.000	-0.014
838	Ok	Min	0.022	0.117	0.035	-0.001	0.015
839	Ok	Max	-0.022	-0.008	-0.042	0.000	-0.017
839	Ok	Min	0.018	0.116	0.044	-0.001	0.018
840	Ok	Max	-0.026	-0.090	-0.041	-0.001	-0.008
840	Ok	Min	0.021	0.100	0.041	-0.001	0.009
841	Ok	Max	-0.030	-0.032	-0.038	-0.002	-0.001
841	Ok	Min	0.026	0.084	0.038	-0.001	0.001
842	Ok	Max	-0.023	-0.043	-0.038	-0.002	-0.010
842	Ok	Min	0.018	0.069	0.038	-0.001	0.010
843	Ok	Max	-0.026	-0.040	-0.036	-0.003	-0.002
843	Ok	Min	0.021	0.063	0.036	0.000	0.002
844	Ok	Max	-0.041	-0.056	-0.031	-0.003	-0.001
844	Ok	Min	0.034	0.051	0.031	0.000	0.000
845	Ok	Max	-0.026	-0.073	-0.029	-0.003	0.000
845	Ok	Min	0.018	0.039	0.030	0.000	0.000
846	Ok	Max	-0.035	-0.090	-0.026	-0.003	-0.002
846	Ok	Min	0.026	0.026	0.026	0.000	0.001
849	Ok	Max	-0.069	-0.008	-0.031	0.001	-0.014
849	Ok	Min	-0.014	0.117	0.031	0.000	0.015
850	Ok	Max	-0.064	-0.009	-0.046	0.001	-0.017
850	Ok	Min	-0.019	0.115	0.046	0.000	0.018
851	Ok	Max	-0.067	-0.020	-0.041	0.001	-0.008
851	Ok	Min	-0.016	0.100	0.042	0.001	0.009
852	Ok	Max	-0.071	-0.032	-0.037	0.001	0.000
852	Ok	Min	-0.012	0.084	0.038	0.002	0.000
853	Ok	Max	-0.064	-0.043	-0.039	0.001	-0.010
853	Ok	Min	-0.019	0.068	0.040	0.002	0.010
854	Ok	Max	-0.067	-0.040	-0.037	0.000	-0.002
854	Ok	Min	-0.016	0.063	0.038	0.003	0.002
855	Ok	Max	-0.063	-0.057	-0.032	0.000	-0.001
855	Ok	Min	-0.017	0.051	0.032	0.003	0.001
856	Ok	Max	-0.073	-0.074	-0.030	0.000	0.000
856	Ok	Min	-0.006	0.038	0.031	0.003	0.000
857	Ok	Max	-0.082	-0.090	-0.027	0.000	-0.002
857	Ok	Min	0.005	0.026	0.027	0.003	0.002
932	Ok	Max	-0.065	-0.023	-0.007	-0.002	-0.002
932	Ok	Min	0.015	0.087	0.007	0.002	0.002
961	Ok	Max	-0.192	-0.162	-0.040	0.003	-0.019
961	Ok	Min	-0.051	0.194	0.068	0.003	0.028
962	Ok	Max	-0.192	-0.175	-0.033	0.000	-0.009
962	Ok	Min	-0.050	0.178	0.057	0.007	0.008
963	Ok	Max	-0.488	-0.479	-0.053	0.003	0.008
963	Ok	Min	0.238	0.472	0.060	0.003	-0.007

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.3: DISEÑO DE VIGAS EDIFICIO A

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.3.1: DISEÑO DE VIGAS - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

DISEÑO V.LLENAS

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

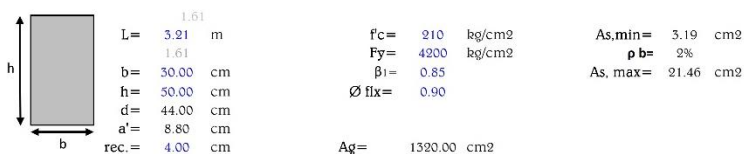
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

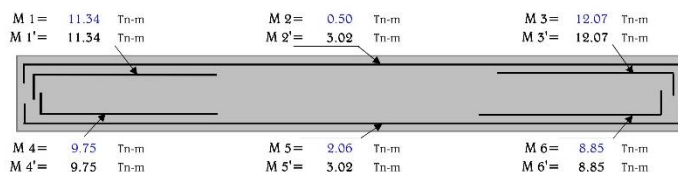
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO

SISTEMA ESTRUCTURAL

- ☒ MUROS ESTRUCTURALES O DUAL TIPO I
☐ PORTICO O DUAL TIPO II



2.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)



Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.		CONDICIÓN	a
As		5.1	2.85	1.98	1.29					
As 1	7.29			4		7.92	7.29	Ok	1 capa	6.21
As 2	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa	5.13
As 5	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa	4.66

2.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1 = 1.02 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 3 = 1.33 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$

LONGITUD DEL As 4 = 1.15 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 6 = 1.29 m

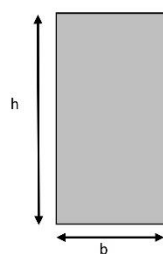
$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$

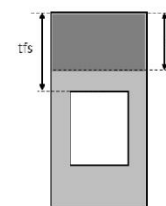
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS LLENAS

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

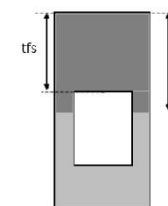


b= 30.00 cm
h= 50.00 cm
bw= 30.00 cm
d= 44.00 cm
a'= 8.80 cm
rec.= 4.00 cm
Ag= 1320.00 cm²

f_c= 210 kg/cm²
F_y= 4200 kg/cm²
β₁= 0.85
Ø flx= 0.90
As,min= 3.19 cm²
ρ b= 2%
As, max= 21.46 cm²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{fs}$



VIGA "C"
 $a > t_{fs}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf,s	a < Tf,s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vl	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
A.LL V- 101	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.LL V- 102	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.LL V- 103	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.LL V- 104	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.LL V- 105	A	3.4	3.49	20	Ok	7.11	6.60	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	3.49	20	Ok	1.78	1.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	3.49	20	Ok	6.90	6.59	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.LL V- 106	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.LL V- 107	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok

A.LL V- 108	A	3.4	4.66	20	Ok	9.35	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.66	20	Ok	2.34	2.34	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	4.66	20	Ok	9.27	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.LL V- 109	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
A.LL V- 110	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.LL V- 111	A	3.4	5.12	20	Ok	10.20	9.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.12	20	Ok	2.56	2.56	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	5.12	20	Ok	10.23	9.46	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.LL V- 112	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	3 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.LL V- 113	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.LL V- 114	A	3.4	5.81	20	Ok	11.50	10.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.81	20	Ok	2.88	2.88	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	B	3.4	5.81	20	Ok	11.46	10.21	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
A.LL V- 115	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.LL V- 116	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.LL V- 117	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.LL V- 118	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.LL V- 119	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.LL V- 120	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
A.LL V- 121	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok

A.LL V- 122	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
A.LL V- 123	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
A.LL V- 124	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
A.LL V- 125	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
A.LL V- 126	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
A.LL V- 127	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
A.LL V- 128	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
A.LL V- 129	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
A.LL V- 130	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
A.LL V- 131	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
A.LL V- 132	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
A.LL V- 133	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
A.LL V- 134	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
A.LL V- 135	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.3.2: DISEÑO DE VIGAS - V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

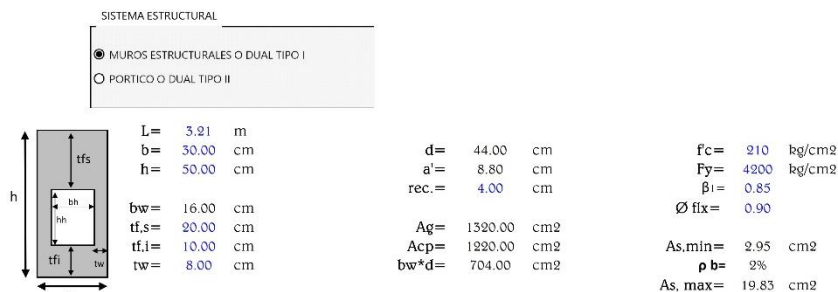
DISEÑO V.HR

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

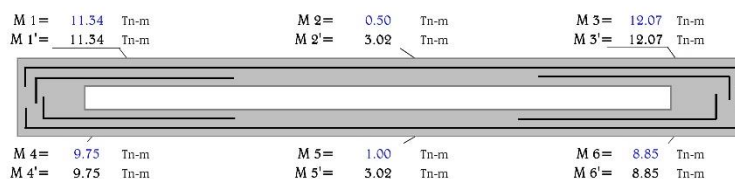
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

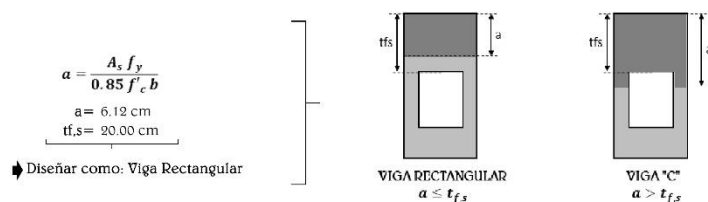
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO



2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA



3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C



4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)

Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	6.21
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	5.13
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	4.66

4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1= 1.02 m

Ø= 5/8
12 db= 0.19 m
ld= 0.44 m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

$\phi = 5/8$
12 db = 0.19 m
1d = 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db = 0.19 m
1d = 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db = 0.19 m
1d = 0.44 m

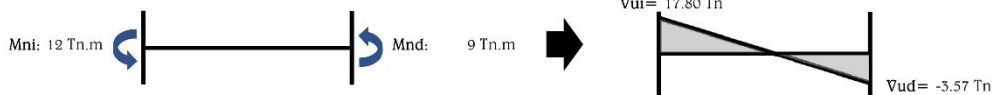


5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



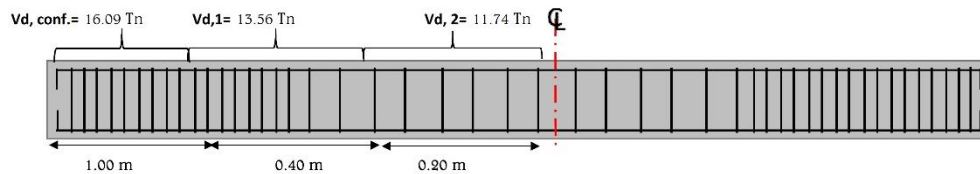
5.1.1. Caso 1



5.1.2. Caso 2



5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



5.2.1. Zona confinamiento:

V conf.: 7 @ 13

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 13.52$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 20.66$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 12.70$ cm
 $s = 19.41$ cm
 $s = 15.00$ cm
 $s = 12.70$ cm
 $s = 22.86$ cm
 $s = 30$ cm

5.2.2. Zona 1:

V conf.: 2 @ 22

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 10.54$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 11.93$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 22.00$ cm
 $s = 24.89$ cm
 $s = 22.00$ cm

5.2.3. Zona 2:

V conf.: 1 @ 22

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 8.41$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 11.93$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 22.00$ cm
 $s = 31.21$ cm
 $s = 22.00$ cm

6.0.0. VERIFICACIÓN POR TORSIÓN

6.1.0. MAGNITUD DE TORSIÓN

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

$T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$
 $\phi = 0.85$
 $A_{cp} = 1220.00 \text{ cm}^2$
 $P_{cp} = 160.00 \text{ cm}$

$\frac{1}{4} T_{cr} = 30.94 \rightarrow \text{Se ignora la torsión}$

6.2.0. RESISTENCIA AL MOMENTO POR TORSIÓN

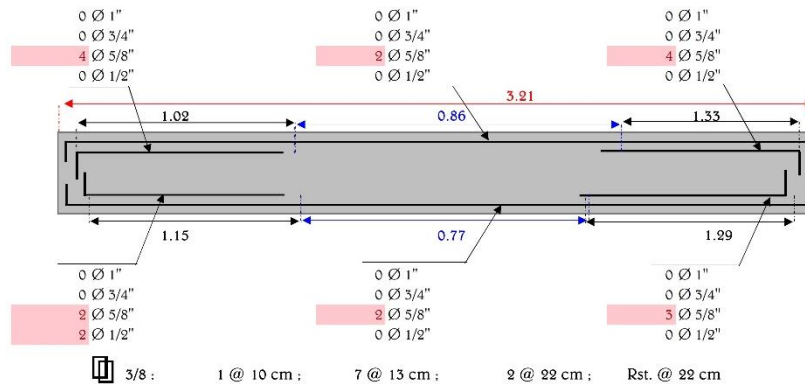
$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

$V_u = 21.65 \text{ Tn}$
 $T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$
 $V_c = 5.41 \text{ Tn}$
 $\phi = 0.85$

$A_{oh} = 924.00 \text{ cm}^2$
 $P_h = 128.00 \text{ cm}$
 $b_w d = 704.00$
 $\sqrt{f'_c} = 14.49$

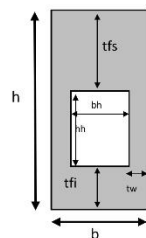
$30.82 \leq 32.40 \text{ Ok!}$

7.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



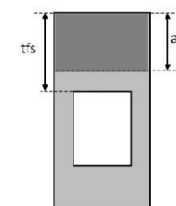
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS RECTANGULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

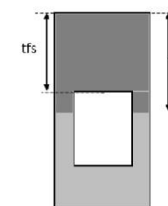


b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf.s=	20.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tf.i=	10.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²
tw=	8.00	cm			

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{fs}$



VIGA "C"
 $a > t_{fs}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf.s	a < Tf.s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
A.HR V- 101	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.HR V- 102	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.HR V- 103	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.HR V- 104	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HR V- 105	A	3.4	3.49	20	Ok	7.11	6.60	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	3.49	20	Ok	1.78	1.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	3.49	20	Ok	6.90	6.59	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HR V- 106	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HR V- 107	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok

A.HR V- 108	A	3.4	4.66	20	Ok	9.35	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.66	20	Ok	2.34	2.34	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	4.66	20	Ok	9.27	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HR V- 109	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
A.HR V- 110	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.HR V- 111	A	3.4	5.12	20	Ok	10.20	9.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.12	20	Ok	2.56	2.56	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	5.12	20	Ok	10.23	9.46	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HR V- 112	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	3 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.HR V- 113	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.HR V- 114	A	3.4	5.81	20	Ok	11.50	10.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.81	20	Ok	2.88	2.88	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	B	3.4	5.81	20	Ok	11.46	10.21	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
A.HR V- 115	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.HR V- 116	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.HR V- 117	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.HR V- 118	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.HR V- 119	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HR V- 120	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
A.HR V- 121	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok

A.HR V- 122	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
A.HR V- 123	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
A.HR V- 124	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
A.HR V- 125	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
A.HR V- 126	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
A.HR V- 127	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
A.HR V- 128	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
A.HR V- 129	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
A.HR V- 130	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1@10; 6@15; Rst. @20	0.95	30.94	Ok
A.HR V- 131	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.14	30.94	Ok
A.HR V- 132	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.12	30.94	Ok
A.HR V- 133	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.56	30.94	Ok
A.HR V- 134	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
A.HR V- 135	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.98	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.1.3.3: DISEÑO DE VIGAS - V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

DISEÑO V.HC

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

TEMA: Diseño de vigas

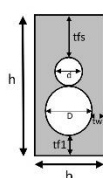
UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

1.0.0. CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO

SISTEMA ESTRUCTURAL

● MUROS ESTRUCTURALES O DUAL TIPO I

○ PORTICO O DUAL TIPO II



L= 3.21 m
b= 30.00 cm
h= 50.00 cm

bw= 16.00 cm
tf,s= 20.00 cm
tf,i= 10.00 cm
tw= 8.00 cm

d=	44.00	cm
a'=	8.80	cm
ec.=	4.00	cm

Ag=	1320.00	cm2
Acp=	1220.00	cm2
bw*d=	704.00	cm2

f'c= 210 kg/cm²
Fy= 4200 kg/cm²
β₁= 0.85
Ø flx= 0.90

Ø flx= 0.90

As,min= 2.95 cm2
ρ b= 2%
As, max= 19.83 cm2

2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA

M 1=	11.34	Tn-m	M 2=	0.50	Tn-m	M 3=	12.07	Tn-m
M 1'=	11.34	Tn-m	M 2'=	3.02	Tn-m	M 3'=	12.07	Tn-m



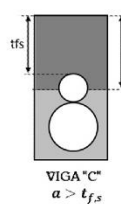
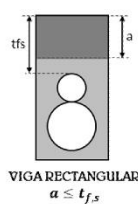
M 4=	9.75	Tn-m	M 5=	1.00	Tn-m	M 6=	8.85	Tn-m
M 4'=	9.75	Tn-m	M 5'=	3.02	Tn-m	M 6'=	8.85	Tn-m

3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

a= 6.12 cm
tf,s= 20.00 cm

► Diseñar como: Viga Rectangular



4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)

Barra As	As, req	1" 5.1	3/4" 2.85	5/8" 1.98	1/2" 1.29	As	Verif.		CONDICIÓN	a
As 1	7.29			4		7.92	7.29	Ok	1 capa	6.21
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa	5.13
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa	4.66

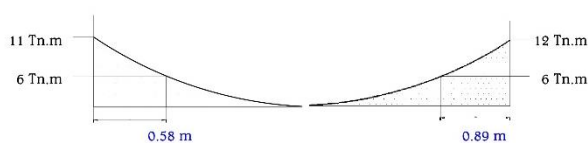
4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL A_s 1= 1.02 m

$$\phi = 5/8$$

12 db= 0.19 m

1d= 0.44 m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

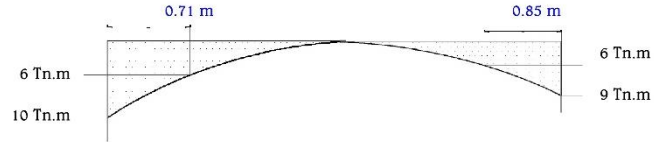
$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m



5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



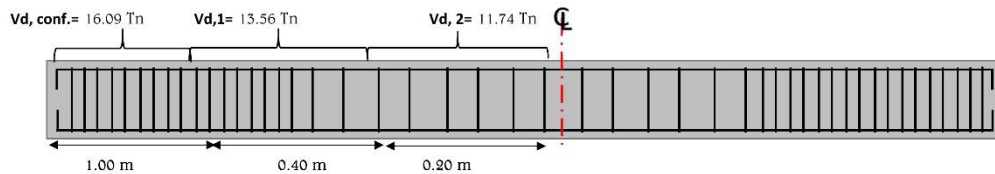
5.1.1. Caso 1



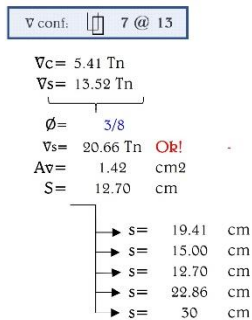
5.1.2. Caso 2



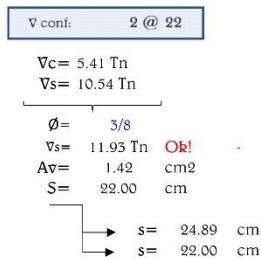
5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



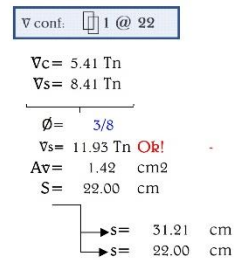
5.2.1. Zona confinamiento:



5.2.2. Zona 1:

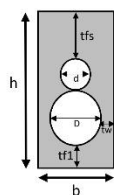


5.2.3. Zona 2:



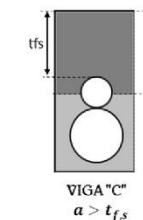
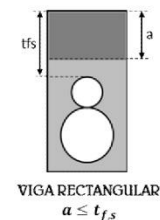
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS CIRCULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA



b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf.s=	20.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tf.i=	10.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²
tw=	8.00	cm			

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf.s	a < Tf.s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
A.HC V- 101	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.HC V- 102	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.HC V- 103	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.HC V- 104	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HC V- 105	A	3.4	3.49	20	Ok	7.11	6.60	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	3.49	20	Ok	1.78	1.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	3.49	20	Ok	6.90	6.59	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HC V- 106	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HC V- 107	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok

A.HC ▽- 108	A	3.4	4.66	20	Ok	9.35	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.66	20	Ok	2.34	2.34	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	4.66	20	Ok	9.27	8.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.45	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HC ▽- 109	A	3.23	5.59	20	Ok	10.02	8.97	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	3 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	Claro	3.23	5.59	20	Ok	2.78	2.78	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
	B	3.23	5.59	20	Ok	11.10	9.80	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	8.15	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.34	30.94	Ok
A.HC ▽- 110	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.HC ▽- 111	A	3.4	5.12	20	Ok	10.20	9.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.12	20	Ok	2.56	2.56	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
	B	3.4	5.12	20	Ok	10.23	9.46	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6.81	8.25	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.46	30.94	Ok
A.HC ▽- 112	A	3.23	6.63	20	Ok	10.83	10.07	3 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	Claro	3.23	6.63	20	Ok	3.25	3.25	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
	B	3.23	6.63	20	Ok	13.00	10.74	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	10.56	8.46	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.35	30.94	Ok
A.HC ▽- 113	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.HC ▽- 114	A	3.4	5.81	20	Ok	11.50	10.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	Claro	3.4	5.81	20	Ok	2.88	2.88	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
	B	3.4	5.81	20	Ok	11.46	10.21	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	7.56	9.68	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.16	30.94	Ok
A.HC ▽- 115	A	2.27	9.44	20	Ok	16.14	16.23	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	Claro	2.27	9.44	20	Ok	4.47	4.47	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
	B	2.27	9.44	20	Ok	17.87	16.52	3 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	18.38	16.45	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.2	30.94	Ok
A.HC ▽- 116	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.24	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.26	30.94	Ok
A.HC ▽- 117	A	3.4	4.05	20	Ok	7.35	6.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	Claro	3.4	4.05	20	Ok	2.05	2.05	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
	B	3.4	4.05	20	Ok	8.19	6.75	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.03	6.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.13	30.94	Ok
A.HC ▽- 118	A	3.23	4.38	20	Ok	8.82	7.50	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	Claro	3.23	4.38	20	Ok	2.21	2.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
	B	3.23	4.38	20	Ok	7.35	8.21	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	7.09	7.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.28	30.94	Ok
A.HC ▽- 119	A	2	6.5	20	Ok	12.76	10.66	4 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	Claro	2	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
	B	2	6.5	20	Ok	10.50	12.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.62	17.73	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.24	30.94	Ok
A.HC ▽- 120	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.87	30.94	Ok
A.HC ▽- 121	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok

A.HC ▽- 122	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
A.HC ▽- 123	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
A.HC ▽- 124	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
A.HC ▽- 125	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
A.HC ▽- 126	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
A.HC ▽- 127	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok
A.HC ▽- 128	A	3.21	6.12	20	Ok	11.34	9.75	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.87	30.94	Ok
	Claro	3.21	6.12	20	Ok	0.50	0.85	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.87	30.94	Ok
	B	3.21	6.12	20	Ok	12.07	8.85	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.07	10.30	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.87	30.94	Ok
A.HC ▽- 129	A	4.95	4.07	20	Ok	8.24	3.79	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.78	30.94	Ok
	Claro	4.95	4.07	20	Ok	0.50	0.94	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.78	30.94	Ok
	B	4.95	4.07	20	Ok	7.94	3.77	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	6.87	7.65	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.78	30.94	Ok
A.HC ▽- 130	A	2.82	6.19	20	Ok	10.15	10.23	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
	Claro	2.82	6.19	20	Ok	0.50	1.21	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
	B	2.82	6.19	20	Ok	12.20	10.61	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.51	10.63	Ø 3/8"	1 @ 10; 6 @ 15; Rst. @ 20	0.95	30.94	Ok
A.HC ▽- 131	A	2	7.56	20	Ok	8.58	8.62	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
	Claro	2	7.56	20	Ok	0.89	1.45	3 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
	B	2	7.56	20	Ok	14.66	13.20	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	2 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"	19.86	16.42	Ø 3/8"	1 @ 10; 9 @ 10; 2 @ 15 Rst. @ 20	1.14	30.94	Ok
A.HC ▽- 132	A	4.71	6.54	20	Ok	12.84	5.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
	Claro	4.71	6.54	20	Ok	1.24	3.84	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
	B	4.71	6.54	20	Ok	10.58	5.12	1 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	15.40	8.14	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	1.12	30.94	Ok
A.HC ▽- 133	A	4.95	5.94	20	Ok	11.75	4.27	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
	Claro	4.95	5.94	20	Ok	0.65	1.54	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
	B	4.95	5.94	20	Ok	10.56	4.14	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.34	7.35	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.56	30.94	Ok
A.HC ▽- 134	A	2.82	4.52	20	Ok	9.10	8.19	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
	Claro	2.82	4.52	20	Ok	2.00	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
	B	2.82	4.52	20	Ok	8.99	8.02	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.56	8.56	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.74	30.94	Ok
A.HC ▽- 135	A	3.28	5.28	20	Ok	9.10	6.97	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok
	Claro	3.28	5.28	20	Ok	2.10	2.33	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok
	B	3.28	5.28	20	Ok	10.52	7.52	4 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.54	10.15	Ø 3/8"	1 @ 10; 7 @ 13; Rst. @ 20	0.98	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2: EDIFICIO B

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.1: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN B-V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C.ENV. - B

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

COMPARACION DE ENVOLVENTES B.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	Δ P	Δ V2	Δ V3	Δ T	Δ M2	Δ M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max. =	Max	0.397	1.790	0.116	0.117	0.034	1.215
Resumen	Δ Min. =	Min	-0.402	-1.895	-0.170	-0.117	-0.034	-1.134

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	Δ P	Δ V2	Δ V3	Δ T	Δ M2	Δ M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
7	Ok	Max	-0.018	0.046	-0.005	0.001	-0.003	-0.056
7	Ok	Min	0.258	0.267	0.004	0.000	0.002	0.178
8	Ok	Max	-0.100	0.041	-0.005	-0.002	-0.003	-0.076
8	Ok	Min	0.316	0.274	0.005	-0.003	0.003	0.200
11	Ok	Max	0.013	0.068	-0.005	0.005	-0.004	-0.043
11	Ok	Min	0.369	0.307	0.003	0.025	0.002	0.253
12	Ok	Max	0.011	0.064	-0.004	-0.024	-0.003	-0.044
12	Ok	Min	0.355	0.301	0.004	-0.007	0.002	0.232
100	Ok	Max	0.000	-0.072	0.000	-0.001	0.000	-0.276
100	Ok	Min	0.000	0.315	0.000	0.001	0.000	0.400
103	Ok	Max	0.000	-0.600	0.000	-0.001	0.000	-0.699
103	Ok	Min	0.000	0.579	0.000	0.006	0.000	0.570
107	Ok	Max	0.000	-0.092	0.000	-0.005	0.000	-0.256
107	Ok	Min	0.000	0.340	0.000	0.004	0.000	0.399
108	Ok	Max	0.000	-0.133	0.000	-0.012	0.000	-0.323
108	Ok	Min	0.000	0.326	0.000	0.012	0.000	0.359
113	Ok	Max	0.000	-0.083	0.000	-0.002	0.000	-0.264
113	Ok	Min	0.000	0.321	0.000	0.001	0.000	0.392
116	Ok	Max	0.000	-0.074	0.000	0.001	0.000	-0.279
116	Ok	Min	0.000	0.321	0.000	0.001	0.000	0.416
119	Ok	Max	0.000	-0.565	0.000	-0.006	0.000	-0.660
119	Ok	Min	0.000	0.639	0.000	0.001	0.000	0.615
122	Ok	Max	0.000	-0.193	0.000	-0.007	0.000	-0.598
122	Ok	Min	0.000	0.523	0.000	0.002	0.000	0.857
123	Ok	Max	0.000	-0.201	0.000	-0.002	0.000	-0.609
123	Ok	Min	0.000	0.506	0.000	0.008	0.000	0.816
129	Ok	Max	0.000	-0.057	0.000	-0.005	0.000	-0.258
129	Ok	Min	0.000	0.317	0.000	0.005	0.000	0.418
133	Ok	Max	0.000	-0.656	0.000	-0.003	0.000	-0.734
133	Ok	Min	0.000	0.676	0.000	0.008	0.000	0.653
149	Ok	Max	0.000	-0.049	0.000	-0.009	0.000	-0.131
149	Ok	Min	0.000	0.272	0.000	0.007	0.000	0.200
177	Ok	Max	0.000	-0.185	0.000	-0.015	0.000	-0.411
177	Ok	Min	0.000	0.376	0.000	0.015	0.000	0.435
189	Ok	Max	0.000	-0.097	0.000	-0.004	0.000	-0.279
189	Ok	Min	0.000	0.356	0.000	0.001	0.000	0.450
209	Ok	Max	0.000	-0.064	0.000	0.001	0.000	-0.272
209	Ok	Min	0.000	0.329	0.000	0.002	0.000	0.446
213	Ok	Max	0.000	-0.649	0.000	-0.009	0.000	-0.720
213	Ok	Min	0.000	0.724	0.000	0.003	0.000	0.693
221	Ok	Max	0.000	-0.216	0.000	-0.009	0.000	-0.650
221	Ok	Min	0.000	0.541	0.000	0.003	0.000	0.894
233	Ok	Max	0.000	-0.221	0.000	-0.003	0.000	-0.651
233	Ok	Min	0.000	0.527	0.000	0.010	0.000	0.858
427	Ok	Max	0.000	-0.031	0.000	-0.001	0.000	-0.200
427	Ok	Min	0.000	0.269	0.000	0.001	0.000	0.312
428	Ok	Max	0.000	-0.418	0.000	-0.002	0.000	-0.500
428	Ok	Min	0.000	0.368	0.000	0.004	0.000	0.344
432	Ok	Max	0.000	-0.046	0.000	-0.004	0.000	-0.183
432	Ok	Min	0.000	0.288	0.000	0.003	0.000	0.309
433	Ok	Max	0.000	-0.042	0.000	-0.009	0.000	-0.176
433	Ok	Min	0.000	0.236	0.000	0.010	0.000	0.216
436	Ok	Max	0.000	-0.025	0.000	-0.002	0.000	-0.160
436	Ok	Min	0.000	0.255	0.000	0.001	0.000	0.275
439	Ok	Max	0.000	-0.029	0.000	0.001	0.000	-0.194
439	Ok	Min	0.000	0.272	0.000	0.002	0.000	0.324
440	Ok	Max	0.000	-0.358	0.000	-0.006	0.000	-0.437
440	Ok	Min	0.000	0.430	0.000	0.000	0.000	0.388
442	Ok	Max	0.000	-0.117	0.000	-0.006	0.000	-0.435
442	Ok	Min	0.000	0.448	0.000	0.001	0.000	0.698
443	Ok	Max	0.000	-0.127	0.000	0.001	0.000	-0.452
443	Ok	Min	0.000	0.429	0.000	0.004	0.000	0.654

658	Ok	Max	0.000	-0.384	0.000	0.016	0.000	-0.096
658	Ok	Min	0.000	0.481	0.000	0.047	0.000	0.199
659	Ok	Max	0.000	-0.402	0.000	0.017	0.000	-0.055
659	Ok	Min	0.000	0.439	0.000	0.048	0.000	0.061
660	Ok	Max	0.000	-0.472	0.000	0.008	0.000	-0.004
660	Ok	Min	0.000	0.191	0.000	0.042	0.000	-0.011
661	Ok	Max	0.000	-0.501	0.000	0.011	0.000	-0.067
661	Ok	Min	0.000	0.170	0.000	0.043	0.000	0.161
662	Ok	Max	0.000	-1.139	0.000	0.000	0.000	-0.051
662	Ok	Min	0.000	0.926	0.000	0.031	0.000	0.080
663	Ok	Max	0.000	-1.164	0.000	0.002	0.000	-0.338
663	Ok	Min	0.000	0.908	0.000	0.030	0.000	0.441
664	Ok	Max	0.000	-0.109	0.000	-0.008	0.000	-0.391
664	Ok	Min	0.000	0.342	0.000	0.009	0.000	0.462
665	Ok	Max	0.000	-0.125	0.000	-0.006	0.000	-0.359
665	Ok	Min	0.000	0.320	0.000	0.007	0.000	0.372
666	Ok	Max	0.000	-0.150	0.000	-0.005	0.000	-0.317
666	Ok	Min	0.000	0.288	0.000	0.003	0.000	0.263
667	Ok	Max	0.000	-0.174	0.000	-0.004	0.000	-0.259
667	Ok	Min	0.000	0.256	0.000	-0.001	0.000	0.163
668	Ok	Max	0.000	-0.199	0.000	-0.007	0.000	-0.189
668	Ok	Min	0.000	0.223	0.000	-0.002	0.000	0.073
669	Ok	Max	0.000	-0.231	0.000	-0.013	0.000	-0.106
669	Ok	Min	0.000	0.196	0.000	0.000	0.000	-0.009
670	Ok	Max	0.000	-0.265	0.000	-0.017	0.000	-0.098
670	Ok	Min	0.000	0.172	0.000	0.000	0.000	0.007
671	Ok	Max	0.000	-0.298	0.000	-0.021	0.000	-0.152
671	Ok	Min	0.000	0.147	0.000	0.000	0.000	0.109
672	Ok	Max	0.000	-0.331	0.000	-0.023	0.000	-0.194
672	Ok	Min	0.000	0.123	0.000	0.001	0.000	0.229
673	Ok	Max	0.000	-0.390	0.000	-0.037	0.000	-0.241
673	Ok	Min	0.000	0.093	0.000	-0.007	0.000	0.361
674	Ok	Max	0.000	0.114	0.000	-0.013	0.000	-0.017
674	Ok	Min	0.000	0.321	0.000	0.061	0.000	0.428
675	Ok	Max	0.000	0.091	0.000	-0.015	0.000	-0.054
675	Ok	Min	0.000	0.292	0.000	0.061	0.000	0.317
676	Ok	Max	0.000	0.068	0.000	-0.015	0.000	-0.083
676	Ok	Min	0.000	0.261	0.000	0.059	0.000	0.217
677	Ok	Max	0.000	0.046	0.000	-0.015	0.000	-0.104
677	Ok	Min	0.000	0.229	0.000	0.055	0.000	0.129
678	Ok	Max	0.000	0.023	0.000	-0.015	0.000	-0.131
678	Ok	Min	0.000	0.196	0.000	0.048	0.000	0.062
679	Ok	Max	0.000	0.001	0.000	-0.014	0.000	-0.149
679	Ok	Min	0.000	0.162	0.000	0.041	0.000	0.011
680	Ok	Max	0.000	-0.022	0.000	0.000	0.000	-0.157
680	Ok	Min	0.000	0.129	0.000	0.020	0.000	-0.032
681	Ok	Max	0.000	-0.044	0.000	0.000	0.000	-0.154
681	Ok	Min	0.000	0.095	0.000	0.011	0.000	-0.064
682	Ok	Max	0.000	-0.068	0.000	-0.002	0.000	-0.151
682	Ok	Min	0.000	0.062	0.000	0.005	0.000	-0.076
683	Ok	Max	0.000	-0.106	0.000	-0.011	0.000	-0.149
683	Ok	Min	0.000	0.039	0.000	-0.005	0.000	-0.057
684	Ok	Max	0.000	-0.143	0.000	-0.020	0.000	-0.162
684	Ok	Min	0.000	0.015	0.000	-0.003	0.000	-0.017
685	Ok	Max	0.000	-0.179	0.000	-0.029	0.000	-0.151
685	Ok	Min	0.000	-0.008	0.000	-0.001	0.000	0.034
686	Ok	Max	0.000	-0.216	0.000	-0.036	0.000	-0.126
686	Ok	Min	0.000	-0.032	0.000	0.000	0.000	0.090
687	Ok	Max	0.000	-0.250	0.000	-0.040	0.000	-0.099
687	Ok	Min	0.000	-0.056	0.000	0.001	0.000	0.176
688	Ok	Max	0.000	-0.282	0.000	-0.041	0.000	-0.072
688	Ok	Min	0.000	-0.080	0.000	0.000	0.000	0.280
690	Ok	Max	0.000	-1.016	0.000	-0.011	0.000	-0.319
690	Ok	Min	0.000	0.920	0.000	0.002	0.000	0.244
691	Ok	Max	0.000	-1.052	0.000	-0.011	0.000	-0.153
691	Ok	Min	0.000	0.894	0.000	0.002	0.000	0.132
692	Ok	Max	0.000	-1.089	0.000	-0.011	0.000	-0.531
692	Ok	Min	0.000	0.868	0.000	0.002	0.000	0.593
693	Ok	Max	0.000	0.037	0.000	-0.106	0.000	-0.198
693	Ok	Min	0.000	0.324	0.000	0.057	0.000	0.460
694	Ok	Max	0.000	0.015	0.000	-0.092	0.000	-0.209
694	Ok	Min	0.000	0.289	0.000	0.048	0.000	0.339

695	Ok	Max	0.000	-0.009	0.000	-0.076	0.000	-0.211
695	Ok	Min	0.000	0.255	0.000	0.039	0.000	0.253
696	Ok	Max	0.000	-0.032	0.000	-0.059	0.000	-0.218
696	Ok	Min	0.000	0.220	0.000	0.031	0.000	0.154
697	Ok	Max	0.000	-0.056	0.000	-0.043	0.000	-0.211
697	Ok	Min	0.000	0.185	0.000	0.024	0.000	0.084
698	Ok	Max	0.000	-0.081	0.000	-0.027	0.000	-0.190
698	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.017	0.000	0.024
699	Ok	Max	0.000	-0.105	0.000	-0.012	0.000	-0.155
699	Ok	Min	0.000	0.119	0.000	0.011	0.000	-0.027
700	Ok	Max	0.000	-0.140	0.000	0.003	0.000	-0.116
700	Ok	Min	0.000	0.094	0.000	0.005	0.000	-0.038
701	Ok	Max	0.000	-0.174	0.000	-0.003	0.000	-0.128
701	Ok	Min	0.000	0.070	0.000	0.018	0.000	-0.020
702	Ok	Max	0.000	-0.209	0.000	-0.009	0.000	-0.140
702	Ok	Min	0.000	0.046	0.000	0.031	0.000	0.045
703	Ok	Max	0.000	-0.244	0.000	-0.016	0.000	-0.140
703	Ok	Min	0.000	0.022	0.000	0.045	0.000	0.120
704	Ok	Max	-0.002	-0.279	-0.002	-0.024	0.000	-0.142
704	Ok	Min	0.002	-0.003	0.002	0.057	0.000	0.220
705	Ok	Max	-0.002	-0.321	-0.004	-0.037	0.000	-0.136
705	Ok	Min	0.002	-0.028	0.004	0.083	0.000	0.336
706	Ok	Max	0.000	-0.350	0.000	-0.041	0.000	-0.124
706	Ok	Min	0.000	-0.047	0.000	0.090	0.000	0.436
707	Ok	Max	0.000	-0.620	0.000	-0.046	0.000	-0.371
707	Ok	Min	0.000	1.589	0.000	0.024	0.000	0.985
708	Ok	Max	-0.020	-0.641	-0.033	-0.052	-0.002	-0.141
708	Ok	Min	0.015	1.552	0.036	0.027	0.001	0.413
709	Ok	Max	-0.076	-0.631	-0.071	-0.058	0.009	0.015
709	Ok	Min	0.093	1.410	0.099	0.030	-0.005	0.057
710	Ok	Max	0.000	-0.581	0.000	-0.034	0.000	-0.273
710	Ok	Min	0.000	1.306	0.000	0.008	0.000	0.167
711	Ok	Max	0.000	-0.214	0.000	-0.086	0.000	-0.456
711	Ok	Min	0.000	0.327	0.000	0.087	0.000	0.260
712	Ok	Max	0.000	-0.250	0.000	-0.076	0.000	-0.422
712	Ok	Min	0.000	0.330	0.000	0.074	0.000	0.211
713	Ok	Max	0.000	-0.297	0.000	-0.068	0.000	-0.324
713	Ok	Min	0.000	0.319	0.000	0.066	0.000	0.096
714	Ok	Max	0.000	-0.339	0.000	-0.060	0.000	-0.211
714	Ok	Min	0.000	0.307	0.000	0.061	0.000	-0.015
715	Ok	Max	0.000	-0.378	0.000	-0.052	0.000	-0.148
715	Ok	Min	0.000	0.294	0.000	0.059	0.000	-0.056
716	Ok	Max	0.000	-0.413	0.000	-0.045	0.000	-0.257
716	Ok	Min	0.000	0.280	0.000	0.058	0.000	0.093
717	Ok	Max	0.000	-0.447	0.000	-0.026	0.000	-0.345
717	Ok	Min	0.000	0.271	0.000	0.058	0.000	0.238
718	Ok	Max	0.000	-0.475	0.000	-0.002	0.000	-0.435
718	Ok	Min	0.000	0.249	0.000	0.039	0.000	0.408
719	Ok	Max	0.000	-0.494	0.000	0.000	0.000	-0.592
719	Ok	Min	0.000	0.219	0.000	0.046	0.000	0.595
720	Ok	Max	0.000	-1.561	0.000	-0.078	0.000	-0.663
720	Ok	Min	0.000	1.669	0.000	0.069	0.000	0.821
721	Ok	Max	-0.050	-1.575	0.014	-0.061	0.002	-0.476
721	Ok	Min	0.034	1.678	-0.017	0.062	-0.003	0.621
722	Ok	Max	-0.004	-1.663	0.000	-0.103	0.000	0.096
722	Ok	Min	0.003	1.743	-0.001	0.087	0.000	0.026
723	Ok	Max	0.000	-1.748	0.000	-0.115	0.000	-0.415
723	Ok	Min	0.000	1.784	0.000	0.082	0.000	0.521
724	Ok	Max	0.000	0.048	0.000	-0.060	0.000	-0.178
724	Ok	Min	0.000	0.316	0.000	0.117	0.000	0.458
725	Ok	Max	0.000	0.023	0.000	-0.051	0.000	-0.193
725	Ok	Min	0.000	0.284	0.000	0.105	0.000	0.341
726	Ok	Max	0.000	-0.002	0.000	-0.043	0.000	-0.198
726	Ok	Min	0.000	0.251	0.000	0.089	0.000	0.236
727	Ok	Max	0.000	-0.026	0.000	-0.035	0.000	-0.205
727	Ok	Min	0.000	0.217	0.000	0.073	0.000	0.156
728	Ok	Max	0.000	-0.051	0.000	-0.028	0.000	-0.200
728	Ok	Min	0.000	0.185	0.000	0.056	0.000	0.087
729	Ok	Max	0.000	-0.075	0.000	-0.023	0.000	-0.181
729	Ok	Min	0.000	0.153	0.000	0.040	0.000	0.027
730	Ok	Max	0.000	-0.099	0.000	-0.018	0.000	-0.149
730	Ok	Min	0.000	0.123	0.000	0.026	0.000	-0.024

731	Ok	Max	0.000	-0.129	0.000	-0.016	0.000	-0.112
731	Ok	Min	0.000	0.097	0.000	0.013	0.000	-0.041
732	Ok	Max	0.000	-0.160	0.000	-0.012	0.000	-0.126
732	Ok	Min	0.000	0.074	0.000	-0.007	0.000	-0.022
733	Ok	Max	0.000	-0.191	0.000	-0.020	0.000	-0.141
733	Ok	Min	0.000	0.052	0.000	-0.004	0.000	0.059
734	Ok	Max	0.000	-0.222	0.000	-0.033	0.000	-0.145
734	Ok	Min	0.000	0.099	0.000	0.000	0.000	0.109
735	Ok	Max	-0.002	-0.252	-0.002	-0.046	0.000	-0.147
735	Ok	Min	0.002	0.007	0.002	0.004	0.000	0.198
736	Ok	Max	-0.003	-0.284	-0.004	-0.072	0.000	-0.146
736	Ok	Min	0.003	-0.016	0.004	0.011	0.000	0.303
737	Ok	Max	0.000	-0.308	0.000	-0.079	0.000	-0.138
737	Ok	Min	0.000	-0.054	0.000	0.013	0.000	0.392
738	Ok	Max	0.000	0.081	0.000	-0.092	0.000	0.005
738	Ok	Min	0.000	0.301	0.000	0.080	0.000	0.361
739	Ok	Max	0.000	0.068	0.000	-0.020	0.000	-0.048
739	Ok	Min	0.000	0.268	0.000	0.073	0.000	0.285
740	Ok	Max	0.000	0.085	0.000	-0.018	0.000	-0.092
740	Ok	Min	0.000	0.209	0.000	0.062	0.000	0.216
741	Ok	Max	0.000	0.073	0.000	-0.015	0.000	-0.127
741	Ok	Min	0.000	0.180	0.000	0.049	0.000	0.153
742	Ok	Max	0.000	0.038	0.000	-0.007	0.000	-0.159
742	Ok	Min	0.000	0.173	0.000	0.029	0.000	0.102
743	Ok	Max	0.000	0.005	0.000	-0.003	0.000	-0.182
743	Ok	Min	0.000	0.160	0.000	0.016	0.000	0.057
744	Ok	Max	0.000	-0.026	0.000	0.001	0.000	-0.191
744	Ok	Min	0.000	0.141	0.000	0.005	0.000	0.014
745	Ok	Max	0.000	-0.058	0.000	0.005	0.000	-0.184
745	Ok	Min	0.000	0.117	0.000	-0.004	0.000	-0.026
746	Ok	Max	0.000	-0.084	0.000	0.007	0.000	-0.176
746	Ok	Min	0.000	0.091	0.000	-0.012	0.000	-0.047
747	Ok	Max	0.000	-0.134	0.000	-0.039	0.000	-0.176
747	Ok	Min	0.000	0.077	0.000	0.020	0.000	-0.042
748	Ok	Max	0.000	-0.174	0.000	-0.051	0.000	-0.152
748	Ok	Min	0.000	0.051	0.000	0.025	0.000	-0.032
749	Ok	Max	0.000	-0.206	0.000	-0.060	0.000	-0.160
749	Ok	Min	0.000	0.015	0.000	0.030	0.000	0.035
750	Ok	Max	0.000	-0.233	0.000	-0.066	0.000	-0.136
750	Ok	Min	0.000	-0.026	0.000	0.034	0.000	0.097
751	Ok	Max	0.000	-0.263	0.000	-0.072	0.000	-0.121
751	Ok	Min	0.000	-0.058	0.000	0.039	0.000	0.194
752	Ok	Max	0.000	-0.296	0.000	-0.075	0.000	-0.093
752	Ok	Min	0.000	-0.083	0.000	0.043	0.000	0.305
753	Ok	Max	0.000	-0.390	0.000	-0.048	0.000	-0.097
753	Ok	Min	0.000	0.495	0.000	-0.016	0.000	0.133
754	Ok	Max	0.000	-0.405	0.000	-0.049	0.000	-0.056
754	Ok	Min	0.000	0.452	0.000	-0.017	0.000	0.061
755	Ok	Max	0.000	-0.463	0.000	-0.043	0.000	-0.006
755	Ok	Min	0.000	0.184	0.000	-0.009	0.000	-0.009
756	Ok	Max	0.000	-0.492	0.000	-0.043	0.000	-0.066
756	Ok	Min	0.000	0.162	0.000	-0.011	0.000	0.160
757	Ok	Max	0.000	-1.144	0.000	-0.031	0.000	-0.055
757	Ok	Min	0.000	0.922	0.000	-0.001	0.000	0.084
758	Ok	Max	0.000	-1.169	0.000	-0.030	0.000	-0.341
758	Ok	Min	0.000	0.903	0.000	-0.003	0.000	0.447
759	Ok	Max	0.000	-0.111	0.000	-0.009	0.000	-0.397
759	Ok	Min	0.000	0.347	0.000	0.006	0.000	0.473
760	Ok	Max	0.000	-0.129	0.000	-0.007	0.000	-0.365
760	Ok	Min	0.000	0.326	0.000	0.005	0.000	0.381
761	Ok	Max	0.000	-0.153	0.000	-0.003	0.000	-0.321
761	Ok	Min	0.000	0.294	0.000	0.004	0.000	0.270
764	Ok	Max	0.000	0.034	0.000	-0.001	0.000	-0.075
764	Ok	Min	0.000	0.239	0.000	0.000	0.000	0.260
765	Ok	Max	0.000	-0.235	0.000	0.004	0.000	-0.303
765	Ok	Min	0.000	0.188	0.000	0.017	0.000	0.136
769	Ok	Max	0.000	0.015	0.000	-0.004	0.000	-0.083
769	Ok	Min	0.000	0.249	0.000	0.002	0.000	0.260
770	Ok	Max	0.000	0.056	0.000	-0.012	0.000	-0.025
770	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.013	0.000	0.067
773	Ok	Max	0.000	0.070	0.000	-0.002	0.000	0.008
773	Ok	Min	0.000	0.197	0.000	0.001	0.000	0.175

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.2: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN B-V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C.EN.V. - B

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

COMPARACION DE ENVOLVENTES B.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.194	0.802	0.060	0.048	0.016	0.583
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.200	-0.835	-0.089	-0.049	-0.016	-0.575

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
7	Ok	Max	-0.010	0.022	-0.001	0.001	-0.001	-0.033
7	Ok	Min	0.127	0.132	0.002	-0.003	0.001	0.089
8	Ok	Max	-0.048	0.020	-0.002	0.002	-0.001	-0.042
8	Ok	Min	0.154	0.135	0.001	-0.002	0.000	0.099
11	Ok	Max	0.007	0.034	-0.002	0.002	-0.001	-0.024
11	Ok	Min	0.181	0.152	0.001	0.009	0.001	0.124
12	Ok	Max	0.005	0.032	-0.002	-0.008	-0.002	-0.025
12	Ok	Min	0.174	0.149	0.001	-0.003	0.000	0.115
100	Ok	Max	0.000	-0.043	0.000	0.000	0.000	-0.151
100	Ok	Min	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.215
103	Ok	Max	0.000	-0.292	0.000	0.000	0.000	-0.358
103	Ok	Min	0.000	0.286	0.000	0.002	0.000	0.277
107	Ok	Max	0.000	-0.053	0.000	-0.002	0.000	-0.140
107	Ok	Min	0.000	0.179	0.000	0.001	0.000	0.213
108	Ok	Max	0.000	-0.072	0.000	-0.005	0.000	-0.172
108	Ok	Min	0.000	0.171	0.000	0.005	0.000	0.190
113	Ok	Max	0.000	-0.048	0.000	0.000	0.000	-0.143
113	Ok	Min	0.000	0.169	0.000	0.000	0.000	0.209
116	Ok	Max	0.000	-0.043	0.000	0.001	0.000	-0.151
116	Ok	Min	0.000	0.169	0.000	0.000	0.000	0.221
119	Ok	Max	0.000	-0.274	0.000	-0.002	0.000	-0.317
119	Ok	Min	0.000	0.314	0.000	0.000	0.000	0.299
122	Ok	Max	0.000	-0.107	0.000	-0.003	0.000	-0.323
122	Ok	Min	0.000	0.276	0.000	0.001	0.000	0.457
123	Ok	Max	0.000	-0.111	0.000	-0.001	0.000	-0.329
123	Ok	Min	0.000	0.267	0.000	0.003	0.000	0.435
129	Ok	Max	0.000	-0.035	0.000	-0.002	0.000	-0.141
129	Ok	Min	0.000	0.168	0.000	0.002	0.000	0.224
133	Ok	Max	0.000	-0.321	0.000	-0.001	0.000	-0.355
133	Ok	Min	0.000	0.335	0.000	0.003	0.000	0.319
149	Ok	Max	0.000	-0.031	0.000	-0.003	0.000	-0.075
149	Ok	Min	0.000	0.145	0.000	0.003	0.000	0.110
177	Ok	Max	0.000	-0.099	0.000	-0.007	0.000	-0.217
177	Ok	Min	0.000	0.196	0.000	0.007	0.000	0.228
189	Ok	Max	0.000	-0.054	0.000	-0.001	0.000	-0.149
189	Ok	Min	0.000	0.187	0.000	0.000	0.000	0.239
209	Ok	Max	0.000	-0.037	0.000	0.001	0.000	-0.146
209	Ok	Min	0.000	0.173	0.000	0.001	0.000	0.237
213	Ok	Max	0.000	-0.316	0.000	-0.004	0.000	-0.347
213	Ok	Min	0.000	0.358	0.000	0.001	0.000	0.337
221	Ok	Max	0.000	-0.119	0.000	-0.004	0.000	-0.350
221	Ok	Min	0.000	0.285	0.000	0.002	0.000	0.476
233	Ok	Max	0.000	-0.121	0.000	-0.002	0.000	-0.351
233	Ok	Min	0.000	0.278	0.000	0.005	0.000	0.457
427	Ok	Max	0.000	-0.021	0.000	0.000	0.000	-0.110
427	Ok	Min	0.000	0.142	0.000	0.000	0.000	0.167
428	Ok	Max	0.000	-0.203	0.000	0.000	0.000	-0.241
428	Ok	Min	0.000	0.182	0.000	0.001	0.000	0.166
432	Ok	Max	0.000	-0.028	0.000	-0.002	0.000	-0.100
432	Ok	Min	0.000	0.151	0.000	0.001	0.000	0.165
433	Ok	Max	0.000	-0.025	0.000	-0.004	0.000	-0.096
433	Ok	Min	0.000	0.123	0.000	0.004	0.000	0.115

436	Ok	Max	0.000	-0.017	0.000	0.000	0.000	-0.089
436	Ok	Min	0.000	0.134	0.000	0.000	0.000	0.148
439	Ok	Max	0.000	-0.019	0.000	0.001	0.000	-0.106
439	Ok	Min	0.000	0.143	0.000	0.000	0.000	0.172
440	Ok	Max	0.000	-0.172	0.000	-0.002	0.000	-0.209
440	Ok	Min	0.000	0.211	0.000	0.000	0.000	0.187
442	Ok	Max	0.000	-0.066	0.000	-0.003	0.000	-0.236
442	Ok	Min	0.000	0.236	0.000	0.001	0.000	0.373
443	Ok	Max	0.000	-0.072	0.000	0.001	0.000	-0.245
443	Ok	Min	0.000	0.226	0.000	0.001	0.000	0.349
658	Ok	Max	0.000	-0.158	0.000	0.007	0.000	-0.041
658	Ok	Min	0.000	0.198	0.000	0.017	0.000	0.059
659	Ok	Max	0.000	-0.169	0.000	0.005	0.000	-0.017
659	Ok	Min	0.000	0.179	0.000	0.017	0.000	0.025
660	Ok	Max	0.000	-0.226	0.000	0.003	0.000	-0.011
660	Ok	Min	0.000	0.105	0.000	0.015	0.000	0.013
661	Ok	Max	0.000	-0.240	0.000	0.004	0.000	-0.046
661	Ok	Min	0.000	0.094	0.000	0.016	0.000	0.095
662	Ok	Max	0.000	-0.496	0.000	-0.001	0.000	-0.053
662	Ok	Min	0.000	0.421	0.000	0.011	0.000	0.076
663	Ok	Max	0.000	-0.509	0.000	0.000	0.000	-0.183
663	Ok	Min	0.000	0.411	0.000	0.011	0.000	0.233
664	Ok	Max	0.000	-0.063	0.000	-0.004	0.000	-0.215
664	Ok	Min	0.000	0.182	0.000	0.003	0.000	0.249
665	Ok	Max	0.000	-0.072	0.000	-0.003	0.000	-0.196
665	Ok	Min	0.000	0.170	0.000	0.002	0.000	0.201
666	Ok	Max	0.000	-0.084	0.000	-0.002	0.000	-0.172
666	Ok	Min	0.000	0.154	0.000	0.001	0.000	0.144
667	Ok	Max	0.000	-0.097	0.000	-0.002	0.000	-0.140
667	Ok	Min	0.000	0.137	0.000	0.000	0.000	0.090
668	Ok	Max	0.000	-0.109	0.000	-0.003	0.000	-0.101
668	Ok	Min	0.000	0.121	0.000	-0.001	0.000	0.041
669	Ok	Max	0.000	-0.126	0.000	-0.004	0.000	-0.055
669	Ok	Min	0.000	0.107	0.000	0.000	0.000	-0.004
670	Ok	Max	0.000	-0.143	0.000	-0.006	0.000	-0.052
670	Ok	Min	0.000	0.095	0.000	0.000	0.000	0.006
671	Ok	Max	0.000	-0.160	0.000	-0.007	0.000	-0.083
671	Ok	Min	0.000	0.083	0.000	0.000	0.000	0.061
672	Ok	Max	0.000	-0.177	0.000	-0.008	0.000	-0.107
672	Ok	Min	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000	0.125
673	Ok	Max	0.000	-0.203	0.000	-0.013	0.000	-0.134
673	Ok	Min	0.000	0.055	0.000	-0.003	0.000	0.196
674	Ok	Max	0.000	0.053	0.000	-0.006	0.000	-0.022
674	Ok	Min	0.000	0.168	0.000	0.025	0.000	0.229
675	Ok	Max	0.000	0.041	0.000	-0.007	0.000	-0.039
675	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.025	0.000	0.172
676	Ok	Max	0.000	0.030	0.000	-0.007	0.000	-0.052
676	Ok	Min	0.000	0.137	0.000	0.024	0.000	0.119
677	Ok	Max	0.000	0.018	0.000	-0.007	0.000	-0.061
677	Ok	Min	0.000	0.120	0.000	0.022	0.000	0.073
678	Ok	Max	0.000	0.007	0.000	-0.007	0.000	-0.073
678	Ok	Min	0.000	0.104	0.000	0.020	0.000	0.038
679	Ok	Max	0.000	-0.004	0.000	-0.007	0.000	-0.081
679	Ok	Min	0.000	0.087	0.000	0.017	0.000	0.010
680	Ok	Max	0.000	-0.016	0.000	-0.002	0.000	-0.083
680	Ok	Min	0.000	0.070	0.000	0.009	0.000	-0.013
681	Ok	Max	0.000	-0.027	0.000	0.000	0.000	-0.078
681	Ok	Min	0.000	0.053	0.000	0.004	0.000	-0.033
682	Ok	Max	0.000	-0.039	0.000	-0.001	0.000	-0.077
682	Ok	Min	0.000	0.037	0.000	0.002	0.000	-0.039
683	Ok	Max	0.000	-0.058	0.000	-0.003	0.000	-0.078
683	Ok	Min	0.000	0.025	0.000	-0.003	0.000	-0.027

684	Ok	Max	0.000	-0.076	0.000	-0.007	0.000	-0.087
684	Ok	Min	0.000	0.013	0.000	-0.002	0.000	-0.005
685	Ok	Max	0.000	-0.095	0.000	-0.010	0.000	-0.083
685	Ok	Min	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.023
686	Ok	Max	0.000	-0.113	0.000	-0.013	0.000	-0.073
686	Ok	Min	0.000	-0.011	0.000	0.000	0.000	0.053
687	Ok	Max	0.000	-0.131	0.000	-0.015	0.000	-0.061
687	Ok	Min	0.000	-0.023	0.000	0.000	0.000	0.098
688	Ok	Max	0.000	-0.147	0.000	-0.014	0.000	-0.050
688	Ok	Min	0.000	-0.035	0.000	0.000	0.000	0.152
690	Ok	Max	0.000	-0.491	0.000	-0.005	0.000	-0.154
690	Ok	Min	0.000	0.447	0.000	0.001	0.000	0.117
691	Ok	Max	0.000	-0.510	0.000	-0.005	0.000	-0.076
691	Ok	Min	0.000	0.434	0.000	0.001	0.000	0.065
692	Ok	Max	0.000	-0.529	0.000	-0.005	0.000	-0.259
692	Ok	Min	0.000	0.421	0.000	0.001	0.000	0.288
693	Ok	Max	0.000	0.013	0.000	-0.043	0.000	-0.119
693	Ok	Min	0.000	0.171	0.000	0.025	0.000	0.252
694	Ok	Max	0.000	0.001	0.000	-0.037	0.000	-0.122
694	Ok	Min	0.000	0.154	0.000	0.021	0.000	0.188
695	Ok	Max	0.000	-0.011	0.000	-0.031	0.000	-0.120
695	Ok	Min	0.000	0.136	0.000	0.017	0.000	0.131
696	Ok	Max	0.000	-0.023	0.000	-0.024	0.000	-0.122
696	Ok	Min	0.000	0.119	0.000	0.014	0.000	0.089
697	Ok	Max	0.000	-0.036	0.000	-0.017	0.000	-0.115
697	Ok	Min	0.000	0.101	0.000	0.011	0.000	0.050
698	Ok	Max	0.000	-0.048	0.000	-0.011	0.000	-0.102
698	Ok	Min	0.000	0.084	0.000	0.008	0.000	0.017
699	Ok	Max	0.000	-0.061	0.000	-0.005	0.000	-0.082
699	Ok	Min	0.000	0.068	0.000	0.005	0.000	-0.012
700	Ok	Max	0.000	-0.079	0.000	0.002	0.000	-0.060
700	Ok	Min	0.000	0.055	0.000	0.001	0.000	-0.022
701	Ok	Max	0.000	-0.096	0.000	-0.001	0.000	-0.069
701	Ok	Min	0.000	0.043	0.000	0.007	0.000	-0.007
702	Ok	Max	0.000	-0.114	0.000	-0.003	0.000	-0.078
702	Ok	Min	0.000	0.031	0.000	0.011	0.000	0.029
703	Ok	Max	0.000	-0.132	0.000	-0.006	0.000	-0.081
703	Ok	Min	0.000	0.018	0.000	0.017	0.000	0.070
704	Ok	Max	-0.001	-0.150	-0.001	-0.009	0.000	-0.085
704	Ok	Min	0.001	0.006	0.001	0.021	0.000	0.125
705	Ok	Max	-0.001	-0.171	-0.002	-0.015	0.000	-0.085
705	Ok	Min	0.001	-0.007	0.002	0.031	0.000	0.187
706	Ok	Max	0.000	-0.185	0.000	-0.017	0.000	-0.081
706	Ok	Min	0.000	-0.016	0.000	0.034	0.000	0.240
707	Ok	Max	0.000	-0.259	0.000	-0.018	0.000	-0.168
707	Ok	Min	0.000	0.698	0.000	0.008	0.000	0.458
708	Ok	Max	-0.008	-0.270	-0.017	-0.023	-0.001	-0.072
708	Ok	Min	0.005	0.679	0.018	0.011	0.001	0.207
709	Ok	Max	-0.034	-0.270	-0.038	-0.026	0.005	-0.001
709	Ok	Min	0.043	0.626	0.054	0.012	-0.003	0.036
710	Ok	Max	0.000	-0.247	0.000	-0.016	0.000	-0.123
710	Ok	Min	0.000	0.573	0.000	0.003	0.000	0.068
711	Ok	Max	0.000	-0.098	0.000	-0.038	0.000	-0.208
711	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.037	0.000	0.109
712	Ok	Max	0.000	-0.115	0.000	-0.033	0.000	-0.193
712	Ok	Min	0.000	0.154	0.000	0.031	0.000	0.086
713	Ok	Max	0.000	-0.139	0.000	-0.029	0.000	-0.148
713	Ok	Min	0.000	0.148	0.000	0.026	0.000	0.033
714	Ok	Max	0.000	-0.159	0.000	-0.025	0.000	-0.095
714	Ok	Min	0.000	0.143	0.000	0.024	0.000	-0.018
715	Ok	Max	0.000	-0.178	0.000	-0.021	0.000	-0.074
715	Ok	Min	0.000	0.136	0.000	0.023	0.000	-0.027

716	Ok	Max	0.000	-0.195	0.000	-0.018	0.000	-0.131
716	Ok	Min	0.000	0.129	0.000	0.023	0.000	0.050
717	Ok	Max	0.000	-0.208	0.000	-0.010	0.000	-0.171
717	Ok	Min	0.000	0.123	0.000	0.025	0.000	0.119
718	Ok	Max	0.000	-0.221	0.000	0.000	0.000	-0.212
718	Ok	Min	0.000	0.111	0.000	0.018	0.000	0.198
719	Ok	Max	0.000	-0.230	0.000	0.002	0.000	-0.250
719	Ok	Min	0.000	0.096	0.000	0.021	0.000	0.285
720	Ok	Max	0.000	-0.711	0.000	-0.033	0.000	-0.305
720	Ok	Min	0.000	0.736	0.000	0.031	0.000	0.383
721	Ok	Max	-0.023	-0.719	0.010	-0.026	0.002	-0.220
721	Ok	Min	0.016	0.760	-0.013	0.028	-0.002	0.292
722	Ok	Max	-0.002	-0.761	0.001	-0.045	0.000	0.038
722	Ok	Min	0.001	0.793	-0.002	0.038	0.000	0.025
723	Ok	Max	0.000	-0.792	0.000	-0.049	0.000	-0.209
723	Ok	Min	0.000	0.801	0.000	0.035	0.000	0.266
724	Ok	Max	0.000	0.018	0.000	-0.027	0.000	-0.108
724	Ok	Min	0.000	0.168	0.000	0.048	0.000	0.250
725	Ok	Max	0.000	0.006	0.000	-0.022	0.000	-0.113
725	Ok	Min	0.000	0.151	0.000	0.042	0.000	0.188
726	Ok	Max	0.000	-0.007	0.000	-0.019	0.000	-0.113
726	Ok	Min	0.000	0.134	0.000	0.036	0.000	0.132
727	Ok	Max	0.000	-0.019	0.000	-0.015	0.000	-0.114
727	Ok	Min	0.000	0.117	0.000	0.029	0.000	0.089
728	Ok	Max	0.000	-0.032	0.000	-0.012	0.000	-0.109
728	Ok	Min	0.000	0.101	0.000	0.023	0.000	0.051
729	Ok	Max	0.000	-0.044	0.000	-0.010	0.000	-0.097
729	Ok	Min	0.000	0.084	0.000	0.017	0.000	0.018
730	Ok	Max	0.000	-0.056	0.000	-0.008	0.000	-0.079
730	Ok	Min	0.000	0.069	0.000	0.011	0.000	-0.010
731	Ok	Max	0.000	-0.071	0.000	-0.007	0.000	-0.058
731	Ok	Min	0.000	0.055	0.000	0.006	0.000	-0.024
732	Ok	Max	0.000	-0.087	0.000	-0.005	0.000	-0.067
732	Ok	Min	0.000	0.043	0.000	-0.003	0.000	-0.009
733	Ok	Max	0.000	-0.103	0.000	-0.007	0.000	-0.077
733	Ok	Min	0.000	0.032	0.000	-0.002	0.000	0.024
734	Ok	Max	0.000	-0.119	0.000	-0.012	0.000	-0.081
734	Ok	Min	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.062
735	Ok	Max	-0.001	-0.135	-0.001	-0.017	0.000	-0.083
735	Ok	Min	0.001	0.008	0.001	0.001	0.000	0.110
736	Ok	Max	-0.001	-0.151	-0.002	-0.027	0.000	-0.084
736	Ok	Min	0.001	-0.004	0.002	0.004	0.000	0.166
737	Ok	Max	0.000	-0.163	0.000	-0.030	0.000	-0.082
737	Ok	Min	0.000	-0.013	0.000	0.005	0.000	0.213
738	Ok	Max	0.000	0.049	0.000	-0.009	0.000	-0.010
738	Ok	Min	0.000	0.154	0.000	0.029	0.000	0.203
739	Ok	Max	0.000	0.042	0.000	-0.008	0.000	-0.035
739	Ok	Min	0.000	0.137	0.000	0.026	0.000	0.160
740	Ok	Max	0.000	0.036	0.000	-0.007	0.000	-0.057
740	Ok	Min	0.000	0.120	0.000	0.022	0.000	0.121
741	Ok	Max	0.000	0.033	0.000	-0.007	0.000	-0.073
741	Ok	Min	0.000	0.101	0.000	0.016	0.000	0.086
742	Ok	Max	0.000	0.015	0.000	-0.004	0.000	-0.089
742	Ok	Min	0.000	0.096	0.000	0.009	0.000	0.057
743	Ok	Max	0.000	-0.002	0.000	-0.001	0.000	-0.100
743	Ok	Min	0.000	0.089	0.000	0.003	0.000	0.031
744	Ok	Max	0.000	-0.018	0.000	0.001	0.000	-0.103
744	Ok	Min	0.000	0.079	0.000	-0.001	0.000	0.007
745	Ok	Max	0.000	-0.034	0.000	0.004	0.000	-0.098
745	Ok	Min	0.000	0.065	0.000	-0.005	0.000	-0.015
746	Ok	Max	0.000	-0.048	0.000	0.005	0.000	-0.091
746	Ok	Min	0.000	0.051	0.000	-0.007	0.000	-0.029

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.3: DISEÑO DE VIGAS EDIFICIO B

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.3.1: DISEÑO DE VIGAS - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

DISEÑO V. LLENAS

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

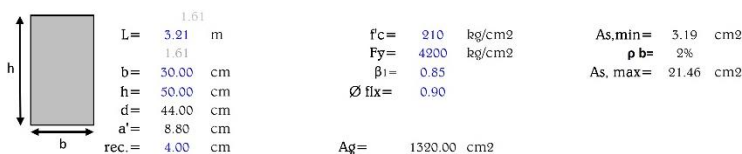
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

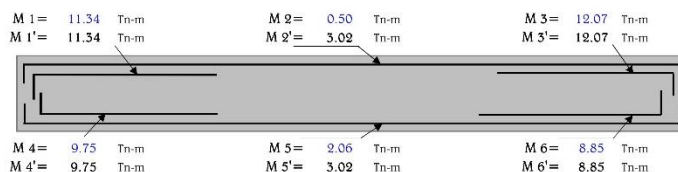
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO

SISTEMA ESTRUCTURAL

- ☒ MUROS ESTRUCTURALES O DUAL TIPO I
☐ PORTICO O DUAL TIPO II



2.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)



Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.		CONDICIÓN	a
As		5.1	2.85	1.98	1.29					
As 1	7.29			4		7.92	7.29	Ok	1 capa	6.21
As 2	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa	5.13
As 5	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa	4.66

2.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1 = 1.02 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 3 = 1.33 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$

LONGITUD DEL As 4 = 1.15 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 6 = 1.29 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

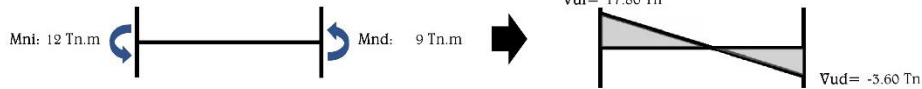
$$1d = 0.44 \text{ m}$$

3.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

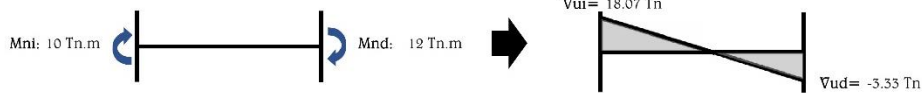
3.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



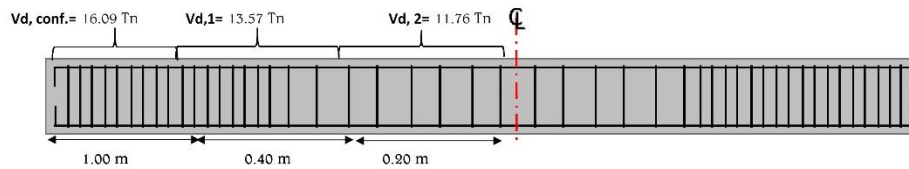
3.1.1. Caso 1



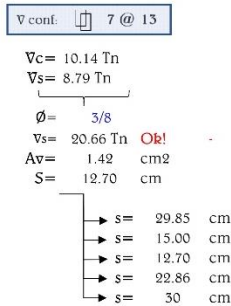
3.1.2. Caso 2



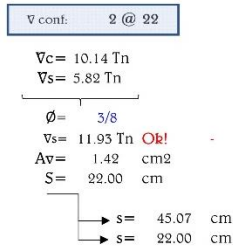
3.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



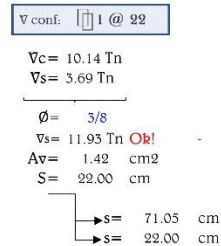
3.2.1. Zona confinamiento:



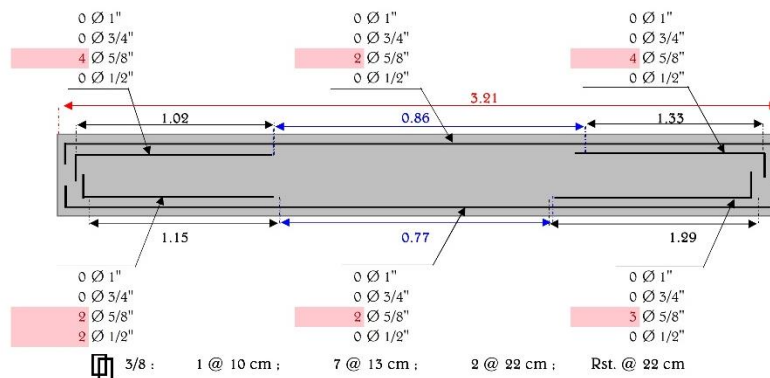
3.2.2. Zona 1:



3.2.3. Zona 2:

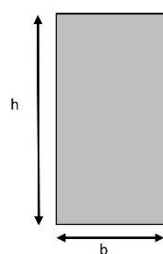


4.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



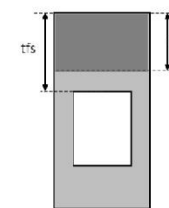
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS LLENAS

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

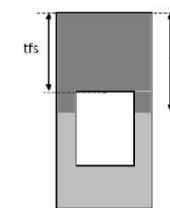


b= 30.00 cm d= 44.00 cm
h= 50.00 cm a'= 8.80 cm
rec.= 4.00 cm
bw= 30.00 cm Ag= 1320.00 cm²

f_c= 210 kg/cm²
f_y= 4200 kg/cm²
β₁= 0.85
Ø flx= 0.90
As,min= 3.19 cm²
ρ b= 2%
As, max= 21.46 cm²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{fs}$



VIGA "C"
 $a > t_{fs}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf.s	a < Tf.s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
B.LL V- 101	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.LL V- 102	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.LL V- 103	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.LL V- 104	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
B.LL V- 105	A	2	2.82	20	Ok	5.78	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	Claro	2	2.82	20	Ok	2.50	1.45	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	B	2	2.82	20	Ok	4.90	5.63	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
B.LL V- 106	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.LL V- 107	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok

B.LL V- 108	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.LL V- 109	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.LL V- 110	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.LL V- 111	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.LL V- 112	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.LL V- 113	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.LL V- 114	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.LL V- 115	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.LL V- 116	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.LL V- 117	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.LL V- 118	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.LL V- 119	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.LL V- 120	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.LL V- 121	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok

B.LL V- 122	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.LL V- 123	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.LL V- 124	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.LL V- 125	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
B.LL V- 126	A	3	3.4	20	Ok	4.07	4.71	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	Claro	3	3.4	20	Ok	3.40	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	B	3	3.4	20	Ok	6.93	5.58	5 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
B.LL V- 127	A	4.49	4.8	20	Ok	9.19	3.06	3 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	4.49	4.8	20	Ok	2.41	2.41	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	4.49	4.8	20	Ok	9.63	3.21	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.LL V- 128	A	5	5.7	20	Ok	10.07	3.36	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	Claro	5	5.7	20	Ok	2.83	2.83	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	B	5	5.7	20	Ok	11.30	3.77	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
B.LL V- 129	A	3	3.42	20	Ok	6.35	5.68	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3	3.42	20	Ok	1.75	2.06	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3	3.42	20	Ok	6.98	5.98	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.LL V- 130	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.LL V- 131	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
B.LL V- 132	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.LL V- 133	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.LL V- 134	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.LL V- 135	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.3.2: DISEÑO DE VIGAS - V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

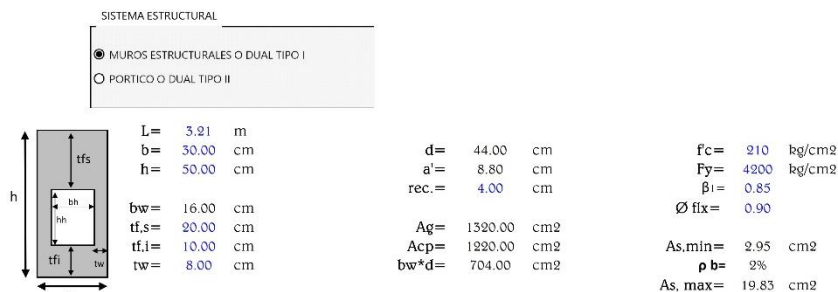
DISEÑO V.HR

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

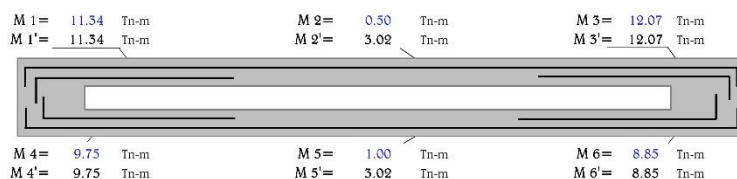
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

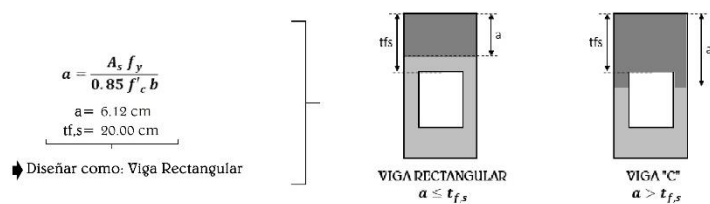
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO



2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA



3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C



4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)

Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	6.21
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	5.13
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	4.66

4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1= 1.02 m

Ø= 5/8
12 db= 0.19 m
ld= 0.44 m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

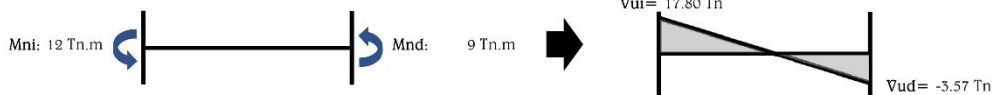


5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



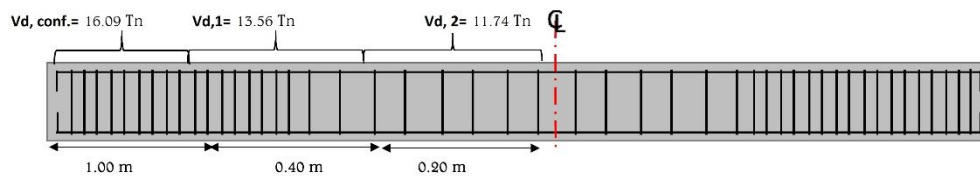
5.1.1. Caso 1



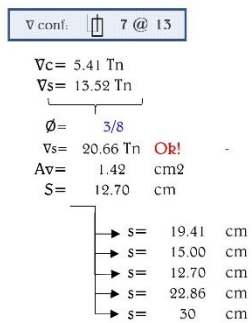
5.1.2. Caso 2



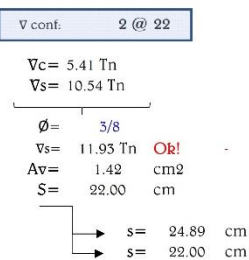
5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



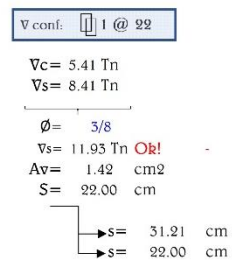
5.2.1. Zona confinamiento:



5.2.2. Zona 1:



5.2.3. Zona 2:



6.0.0. VERIFICACIÓN POR TORSIÓN

6.1.0. MAGNITUD DE TORSIÓN

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

$T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$
 $\phi = 0.85$
 $A_{cp} = 1220.00 \text{ cm}^2$
 $P_{cp} = 160.00 \text{ cm}$

$\frac{1}{4} T_{cr} = 30.94 \rightarrow \text{Se ignora la torsión}$

6.2.0. RESISTENCIA AL MOMENTO POR TORSIÓN

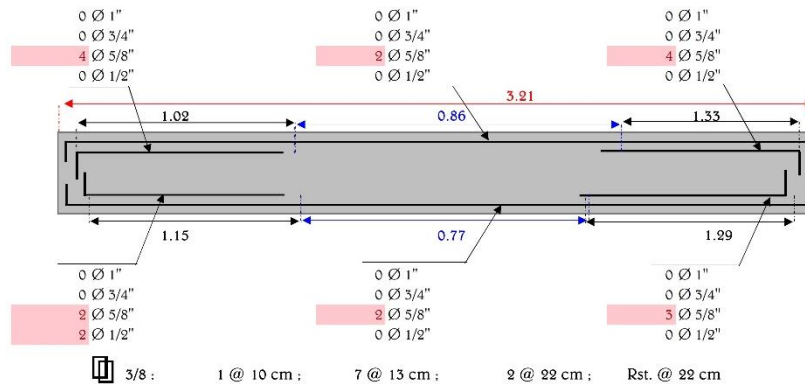
$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

$V_u = 21.65 \text{ Tn}$
 $T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$
 $V_c = 5.41 \text{ Tn}$
 $\phi = 0.85$

$A_{oh} = 924.00 \text{ cm}^2$
 $P_h = 128.00 \text{ cm}$
 $b_w d = 704.00$
 $\sqrt{f'_c} = 14.49$

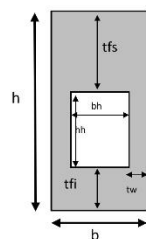
$30.82 \leq 32.40 \text{ Ok!}$

7.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



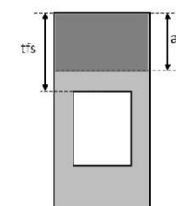
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS RECTANGULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

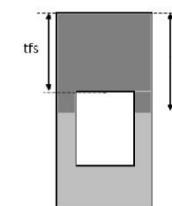


b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf,s=	20.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tf,i=	10.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²
tw=	8.00	cm			

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{fs}$



VIGA "C"
 $a > t_{fs}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf,s	a < Tf,s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
B.HR V- 101	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HR V- 102	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.HR V- 103	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.HR V- 104	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
B.HR V- 105	A	2	2.82	20	Ok	5.78	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	Claro	2	2.82	20	Ok	2.50	1.45	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	B	2	2.82	20	Ok	4.90	5.63	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
B.HR V- 106	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HR V- 107	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok

B.HR V- 108	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HR V- 109	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HR V- 110	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HR V- 111	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.HR V- 112	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HR V- 113	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HR V- 114	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HR V- 115	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.HR V- 116	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HR V- 117	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HR V- 118	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HR V- 119	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.HR V- 120	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HR V- 121	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok

B.HR V- 122	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HR V- 123	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.HR V- 124	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.HR V- 125	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
B.HR V- 126	A	3	3.4	20	Ok	4.07	4.71	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	Claro	3	3.4	20	Ok	3.40	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	B	3	3.4	20	Ok	6.93	5.58	5 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
B.HR V- 127	A	4.49	4.8	20	Ok	9.19	3.06	3 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	4.49	4.8	20	Ok	2.41	2.41	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	4.49	4.8	20	Ok	9.63	3.21	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HR V- 128	A	5	5.7	20	Ok	10.07	3.36	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	Claro	5	5.7	20	Ok	2.83	2.83	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	B	5	5.7	20	Ok	11.30	3.77	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
B.HR V- 129	A	3	3.42	20	Ok	6.35	5.68	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3	3.42	20	Ok	1.75	2.06	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3	3.42	20	Ok	6.98	5.98	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.HR V- 130	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HR V- 131	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
B.HR V- 132	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HR V- 133	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.HR V- 134	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.HR V- 135	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.2.3.3: DISEÑO DE VIGAS - V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

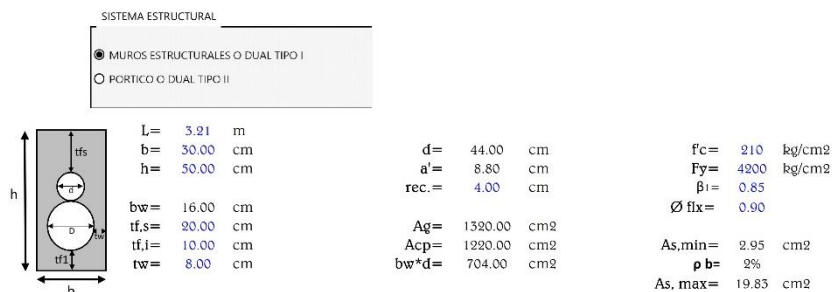
DISEÑO V.HC

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

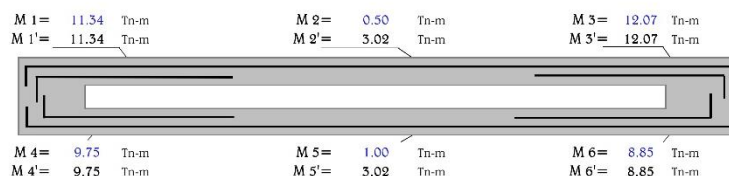
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

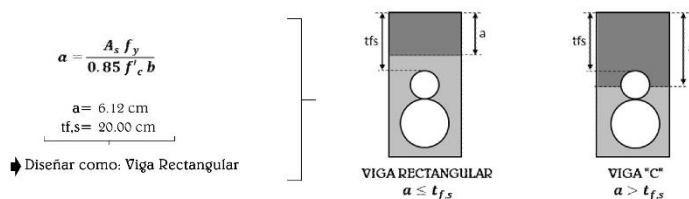
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO



2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA



3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C



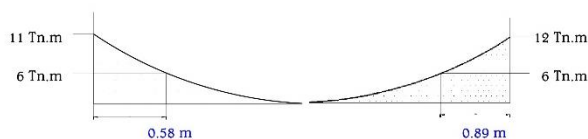
4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (A_s Longitudinal)

Barra	A_s req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	A_s	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	1 capa
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa

4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL A_s 1 = 1.02 m

$\phi = 5/8$
 $12 db = 0.19$ m
 $1d = 0.44$ m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m



5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



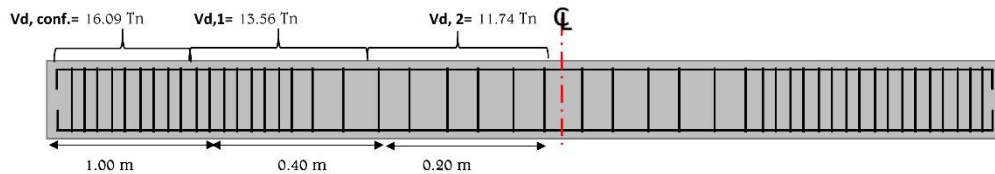
5.1.1. Caso 1



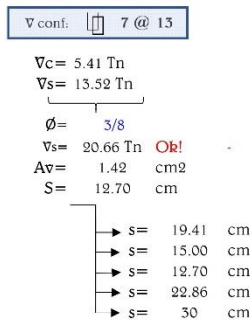
5.1.2. Caso 2



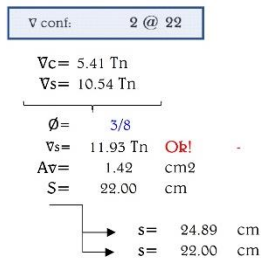
5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



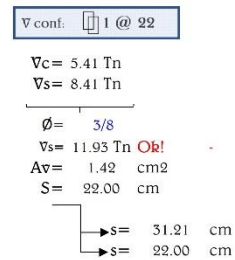
5.2.1. Zona confinamiento:



5.2.2. Zona 1:



5.2.3. Zona 2:



6.0.0. VERIFICACIÓN POR TORSIÓN

6.1.0. MAGNITUD DE TORSIÓN

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

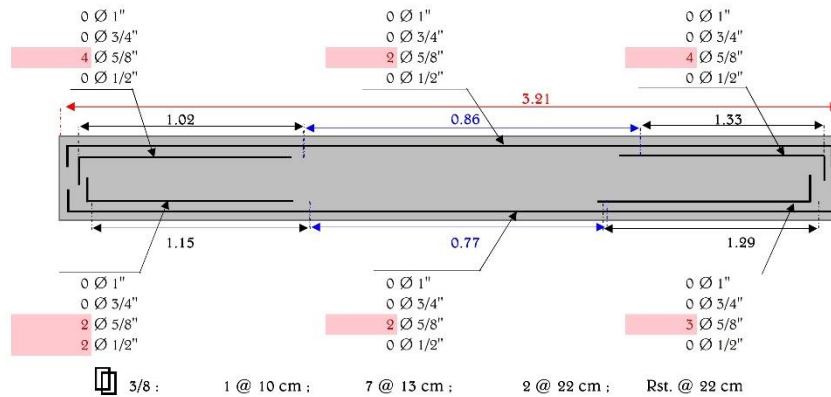
$T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $\phi = 0.85$ $A_{cp} = 1220.00 \text{ cm}^2$ $P_{cp} = 160.00 \text{ cm}$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \frac{1}{4} T_{cr} = 30.94 \rightarrow \text{Se ignora la torsión}$
---	--

6.2.0. RESISTENCIA AL MOMENTO POR TORSIÓN

$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

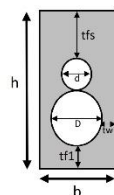
$V_u = 21.65 \text{ Tn}$ $T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $V_c = 5.41 \text{ Tn}$ $\phi = 0.85$	$A_{oh} = 924.00 \text{ cm}^2$ $P_h = 128.00 \text{ cm}$ $b_w d = 704.00$ $\sqrt{f'_c} = 14.49$	$30.82 \leq 32.40 \text{ Ok!}$
---	--	--------------------------------

7.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



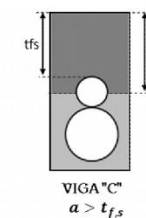
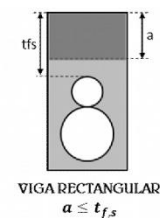
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS CIRCULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA



b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm			
tf,s=	20.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf,i=	10.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tw=	8.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf,s	a < Tf,s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
B.HC V- 101	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HC V- 102	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.HC V- 103	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.HC V- 104	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	7.89	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.12	30.94	Ok
B.HC V- 105	A	2	2.82	20	Ok	5.78	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	Claro	2	2.82	20	Ok	2.50	1.45	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
	B	2	2.82	20	Ok	4.90	5.63	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	5.20	3.57	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.85	30.94	Ok
B.HC V- 106	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HC V- 107	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok

B.HC ▽- 108	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HC ▽- 109	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HC ▽- 110	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HC ▽- 111	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.HC ▽- 112	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HC ▽- 113	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HC ▽- 114	A	3.15	6.51	20	Ok	12.78	11.01	5 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	Claro	3.15	6.51	20	Ok	3.20	3.20	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
	B	3.15	6.51	20	Ok	11.85	11.63	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	11.05	9.76	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.74	30.94	Ok
B.HC ▽- 115	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	8.45	8.48	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.86	30.94	Ok
B.HC ▽- 116	A	2	2.42	20	Ok	4.00	5.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	Claro	2	2.42	20	Ok	1.25	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
	B	2	2.42	20	Ok	3.00	4.00	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.65	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.65	30.94	Ok
B.HC ▽- 117	A	3.15	4.59	20	Ok	9.23	6.23	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.59	20	Ok	2.31	2.31	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
	B	3.15	4.59	20	Ok	7.88	4.91	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	7.45	6.52	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.97	30.94	Ok
B.HC ▽- 118	A	3.15	4.45	20	Ok	8.95	7.88	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.15	4.45	20	Ok	0.75	2.06	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.15	4.45	20	Ok	8.14	8.18	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.00	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HC ▽- 119	A	2	2.98	20	Ok	5.76	5.36	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	Claro	2	2.98	20	Ok	1.53	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
	B	2	2.98	20	Ok	5.30	6.10	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	14.33	13.21	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.25	30.94	Ok
B.HC ▽- 120	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HC ▽- 121	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok

B.HC ▽- 122	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HC ▽- 123	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.HC ▽- 124	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.HC ▽- 125	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
B.HC ▽- 126	A	3	3.4	20	Ok	4.07	4.71	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	Claro	3	3.4	20	Ok	3.40	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
	B	3	3.4	20	Ok	6.93	5.58	5 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.63	3.97	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.35	30.94	Ok
B.HC ▽- 127	A	4.49	4.8	20	Ok	9.19	3.06	3 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	4.49	4.8	20	Ok	2.41	2.41	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	4.49	4.8	20	Ok	9.63	3.21	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	8.98	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HC ▽- 128	A	5	5.7	20	Ok	10.07	3.36	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	Claro	5	5.7	20	Ok	2.83	2.83	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
	B	5	5.7	20	Ok	11.30	3.77	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	10.35	9.63	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.74	30.94	Ok
B.HC ▽- 129	A	3	3.42	20	Ok	6.35	5.68	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	Claro	3	3.42	20	Ok	1.75	2.06	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
	B	3	3.42	20	Ok	6.98	5.98	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	4.95	3.85	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.78	30.94	Ok
B.HC ▽- 130	A	3.74	5.06	20	Ok	8.78	5.57	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	3.74	5.06	20	Ok	2.53	2.53	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	3.74	5.06	20	Ok	10.12	4.58	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	9.37	9.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
B.HC ▽- 131	A	5.6	4.54	20	Ok	9.13	3.04	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	Claro	5.6	4.54	20	Ok	2.28	2.28	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
	B	5.6	4.54	20	Ok	9.11	4.58	3 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.45	9.21	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	2.45	30.94	Ok
B.HC ▽- 132	A	3.58	3.28	20	Ok	6.70	5.46	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	3.58	3.28	20	Ok	1.68	1.68	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	3.58	3.28	20	Ok	6.46	4.86	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8"	5.86	5.78	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
B.HC ▽- 133	A	2.65	6.17	20	Ok	10.45	11.33	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	Claro	2.65	6.17	20	Ok	3.04	3.04	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
	B	2.65	6.17	20	Ok	12.16	10.95	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	15.36	12.59	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.58	30.94	Ok
B.HC ▽- 134	A	4.49	5.11	20	Ok	9.00	3.20	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.49	5.11	20	Ok	2.55	2.55	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.49	5.11	20	Ok	10.20	3.40	2 Ø 3/4" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 3/4"	10.35	8.75	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	1.78	30.94	Ok
B.HC ▽- 135	A	5	8.66	20	Ok	15.36	6.20	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	Claro	5	8.66	20	Ok	4.14	4.14	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok
	B	5	8.66	20	Ok	16.55	14.22	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	24.95	25.36	Ø 3/8"	1@10; 10@9; Rst. @15	3.58	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3: EDIFICIO C

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.1: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN C-V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C.ENV. - C

Testista: Briones Samamé, César Danny H.

COMPARACION DE ENVOLVENTES C.HR								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	Δ P	Δ V2	Δ V3	Δ T	Δ M2	Δ M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	Δ Max. =	Max	0.701	1.585	0.137	0.131	0.054	1.255
Resumen	Δ Min. =	Min	-0.494	-1.585	-0.137	-0.131	-0.054	-1.168

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	Δ P	Δ V2	Δ V3	Δ T	Δ M2	Δ M3
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
5	Ok	Max	-0.067	-0.057	-0.010	0.012	-0.006	-0.156
5	Ok	Min	0.154	0.283	0.014	0.011	0.007	0.189
6	Ok	Max	-0.058	-0.058	-0.013	-0.001	-0.006	-0.153
6	Ok	Min	0.201	0.307	0.005	-0.022	0.003	0.220
11	Ok	Max	0.024	0.106	-0.005	0.009	-0.004	-0.010
11	Ok	Min	0.467	0.560	0.004	0.030	0.004	0.396
12	Ok	Max	-0.041	0.111	-0.003	0.013	-0.003	-0.026
12	Ok	Min	0.518	0.553	0.002	0.023	0.003	0.407
13	Ok	Max	-0.010	0.057	-0.005	-0.017	-0.002	-0.211
13	Ok	Min	0.010	0.380	0.005	0.027	0.002	0.622
23	Ok	Max	-0.007	0.034	-0.002	-0.015	0.000	-0.228
23	Ok	Min	0.007	0.347	0.002	0.024	0.000	0.482
24	Ok	Max	-0.004	0.010	-0.001	-0.014	0.000	-0.237
24	Ok	Min	0.004	0.315	0.001	0.023	0.000	0.354
25	Ok	Max	-0.001	-0.015	-0.001	-0.013	0.000	-0.238
25	Ok	Min	0.001	0.283	0.001	0.020	0.000	0.240
28	Ok	Max	-0.001	-0.039	-0.001	-0.010	0.000	-0.240
28	Ok	Min	0.001	0.250	0.001	0.017	0.000	0.149
29	Ok	Max	-0.004	-0.064	-0.001	-0.006	0.000	-0.234
29	Ok	Min	0.004	0.217	0.001	0.014	0.000	0.072
30	Ok	Max	-0.007	-0.089	-0.001	-0.003	0.000	-0.214
30	Ok	Min	0.007	0.185	0.001	0.008	0.000	0.004
55	Ok	Max	-0.007	-0.153	-0.001	-0.009	0.000	-0.183
55	Ok	Min	0.007	0.113	0.001	0.003	0.000	-0.053
58	Ok	Max	-0.004	-0.186	-0.001	-0.015	0.000	-0.216
58	Ok	Min	0.004	0.089	0.001	0.007	0.000	0.006
59	Ok	Max	-0.001	-0.219	-0.001	-0.018	0.000	-0.235
59	Ok	Min	0.001	0.064	0.001	0.011	0.000	0.073
60	Ok	Max	-0.001	-0.251	-0.001	-0.021	0.000	-0.241
60	Ok	Min	0.001	0.040	0.001	0.013	0.000	0.150
63	Ok	Max	-0.004	-0.284	-0.001	-0.023	0.000	-0.238
63	Ok	Min	0.004	0.015	0.001	0.015	0.000	0.240
64	Ok	Max	-0.007	-0.316	-0.002	-0.025	0.000	-0.238
64	Ok	Min	0.007	-0.009	0.002	0.016	0.000	0.354
73	Ok	Max	-0.010	-0.348	-0.005	-0.026	0.000	-0.250
73	Ok	Min	0.010	-0.032	0.005	0.017	0.000	0.483
96	Ok	Max	0.000	-0.047	0.000	-0.005	0.000	-0.245
96	Ok	Min	0.000	0.363	0.000	0.019	0.000	0.496
103	Ok	Max	0.000	-0.090	0.000	-0.005	0.000	-0.322
103	Ok	Min	0.000	0.429	0.000	0.014	0.000	0.617
108	Ok	Max	-0.091	0.012	0.000	-0.065	-0.001	-0.086
108	Ok	Min	0.107	0.272	0.000	0.064	0.000	0.236
114	Ok	Max	0.000	-0.084	0.000	-0.014	0.000	-0.312
114	Ok	Min	0.000	0.420	0.000	0.005	0.000	0.598
121	Ok	Max	0.000	0.037	0.000	-0.057	0.000	-0.049
121	Ok	Min	0.000	0.233	0.000	0.056	0.000	0.182
132	Ok	Max	0.000	-1.104	0.000	-0.017	0.000	-0.671
132	Ok	Min	0.000	0.718	0.000	0.027	0.000	0.413
133	Ok	Max	0.000	-1.154	0.000	-0.028	0.000	-0.702
133	Ok	Min	0.000	0.712	0.000	0.018	0.000	0.409
134	Ok	Max	0.000	-0.855	0.000	-0.002	0.000	-1.067
134	Ok	Min	0.000	1.023	0.000	0.002	0.000	1.127
146	Ok	Max	0.000	-0.043	0.000	-0.019	0.000	-0.238
146	Ok	Min	0.000	0.557	0.000	0.005	0.000	0.483
237	Ok	Max	0.000	-1.277	0.000	-0.012	0.000	-0.779
237	Ok	Min	0.000	1.151	0.000	0.023	0.000	0.681
238	Ok	Max	0.000	-1.141	0.000	-0.031	0.000	-0.693
238	Ok	Min	0.000	0.916	0.000	0.018	0.000	0.531
239	Ok	Max	0.000	-0.935	0.000	-0.002	0.000	-1.164
239	Ok	Min	0.000	1.100	0.000	0.002	0.000	1.218
424	Ok	Max	-0.032	0.049	-0.012	-0.021	-0.006	-0.213
424	Ok	Min	0.032	0.416	0.012	0.033	0.006	0.709

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

425	Ok	Max	-0.028	0.026	-0.007	-0.016	-0.002	-0.227
425	Ok	Min	0.028	0.383	0.007	0.027	0.002	0.555
426	Ok	Max	-0.023	0.002	-0.001	-0.014	0.000	-0.232
426	Ok	Min	0.023	0.350	0.001	0.024	0.000	0.413
427	Ok	Max	-0.019	-0.022	0.000	-0.012	0.000	-0.229
427	Ok	Min	0.019	0.316	0.000	0.021	0.000	0.284
428	Ok	Max	-0.014	-0.045	0.000	-0.010	0.000	-0.221
428	Ok	Min	0.014	0.283	0.000	0.018	0.000	0.173
429	Ok	Max	-0.009	-0.068	0.001	-0.006	0.001	-0.221
429	Ok	Min	0.009	0.248	-0.001	0.014	-0.001	0.093
430	Ok	Max	-0.005	-0.091	-0.003	-0.002	0.000	-0.208
430	Ok	Min	0.005	0.213	0.003	0.007	0.000	0.020
456	Ok	Max	-0.005	-0.180	-0.002	-0.008	-0.001	-0.180
456	Ok	Min	0.005	0.115	0.002	0.002	0.001	-0.044
457	Ok	Max	-0.010	-0.215	0.002	-0.014	0.000	-0.208
457	Ok	Min	0.010	0.091	-0.002	0.006	0.000	0.020
458	Ok	Max	-0.014	-0.249	-0.001	-0.018	0.000	-0.222
458	Ok	Min	0.014	0.068	0.001	0.010	0.000	0.093
459	Ok	Max	-0.019	-0.283	-0.001	-0.021	0.000	-0.222
459	Ok	Min	0.019	0.044	0.001	0.012	0.000	0.174
460	Ok	Max	-0.023	-0.316	-0.001	-0.024	0.000	-0.229
460	Ok	Min	0.023	0.021	0.001	0.014	0.000	0.283
461	Ok	Max	-0.028	-0.349	-0.007	-0.026	0.000	-0.233
461	Ok	Min	0.028	-0.003	0.007	0.015	0.000	0.412
462	Ok	Max	-0.033	-0.381	-0.011	-0.030	0.001	-0.227
462	Ok	Min	0.033	-0.027	0.011	0.019	-0.001	0.553
478	Ok	Max	0.000	-0.098	0.000	-0.003	0.000	-0.340
478	Ok	Min	0.000	0.455	0.000	0.014	0.000	0.669
482	Ok	Max	-0.070	0.005	0.000	-0.054	-0.001	-0.097
482	Ok	Min	0.081	0.291	0.000	0.053	0.000	0.263
487	Ok	Max	0.000	-0.090	0.000	-0.014	0.000	-0.327
487	Ok	Min	0.000	0.443	0.000	0.003	0.000	0.644
502	Ok	Max	0.000	-0.985	0.000	-0.013	0.000	-0.599
502	Ok	Min	0.000	0.547	0.000	0.024	0.000	0.311
503	Ok	Max	0.000	-1.002	0.000	-0.026	0.000	-0.610
503	Ok	Min	0.000	0.517	0.000	0.015	0.000	0.292
504	Ok	Max	0.000	-0.584	0.000	-0.001	0.000	-0.747
504	Ok	Min	0.000	0.752	0.000	0.001	0.000	0.808
647	Ok	Max	-0.042	0.062	-0.017	-0.024	-0.009	-0.161
647	Ok	Min	0.042	0.412	0.017	0.038	0.009	0.678
648	Ok	Max	-0.036	0.039	-0.011	-0.022	-0.003	-0.180
648	Ok	Min	0.036	0.378	0.011	0.035	0.003	0.525
649	Ok	Max	-0.030	0.016	-0.001	-0.014	0.000	-0.191
649	Ok	Min	0.030	0.344	0.001	0.026	0.000	0.385
650	Ok	Max	-0.024	-0.007	0.000	-0.012	0.001	-0.192
650	Ok	Min	0.024	0.310	0.000	0.023	-0.001	0.258
651	Ok	Max	-0.018	-0.029	0.000	-0.009	0.000	-0.192
651	Ok	Min	0.018	0.275	0.000	0.018	0.000	0.152
652	Ok	Max	-0.012	-0.050	0.003	-0.005	0.001	-0.204
652	Ok	Min	0.012	0.238	-0.003	0.014	-0.001	0.079
653	Ok	Max	-0.006	-0.071	-0.004	-0.001	0.000	-0.202
653	Ok	Min	0.006	0.202	0.004	0.007	0.000	0.015
670	Ok	Max	-0.007	-0.168	-0.003	-0.007	-0.002	-0.182
670	Ok	Min	0.006	0.095	0.003	0.002	0.002	-0.043
671	Ok	Max	-0.013	-0.204	0.003	-0.014	-0.001	-0.200
671	Ok	Min	0.013	0.073	-0.003	0.005	0.001	0.013
672	Ok	Max	-0.019	-0.239	-0.001	-0.018	0.000	-0.203
672	Ok	Min	0.019	0.050	0.001	0.008	0.000	0.078
673	Ok	Max	-0.025	-0.274	-0.001	-0.021	0.000	-0.192
673	Ok	Min	0.025	0.028	0.001	0.011	0.000	0.151
674	Ok	Max	-0.031	-0.308	-0.001	-0.024	0.000	-0.193
674	Ok	Min	0.031	0.004	0.001	0.013	0.000	0.257
675	Ok	Max	-0.036	-0.341	-0.011	-0.032	0.000	-0.191
675	Ok	Min	0.037	-0.019	0.011	0.019	0.000	0.383
676	Ok	Max	-0.042	-0.374	-0.016	-0.034	-0.002	-0.179
676	Ok	Min	0.042	-0.042	0.016	0.020	0.002	0.521
692	Ok	Max	0.000	-0.096	0.000	-0.002	0.000	-0.334
692	Ok	Min	0.000	0.465	0.000	0.010	0.000	0.686
696	Ok	Max	-0.041	0.002	0.000	-0.043	-0.001	-0.103
696	Ok	Min	0.045	0.303	0.000	0.042	0.000	0.279
701	Ok	Max	0.000	-0.085	0.000	-0.010	0.000	-0.315
701	Ok	Min	0.000	0.449	0.000	0.002	0.000	0.653

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

716	Ok	Max	0.000	-0.758	0.000	-0.010	0.000	-0.465
716	Ok	Min	0.000	0.256	0.000	0.019	0.000	0.138
717	Ok	Max	0.000	-0.797	0.000	-0.022	0.000	-0.488
717	Ok	Min	0.000	0.259	0.000	0.012	0.000	0.126
718	Ok	Max	0.000	-0.283	0.000	0.000	0.000	-0.392
718	Ok	Min	0.000	0.453	0.000	0.000	0.000	0.455
791	Ok	Max	0.000	-0.041	0.000	-0.002	0.000	-0.248
791	Ok	Min	0.000	0.395	0.000	0.023	0.000	0.576
793	Ok	Max	0.000	-0.216	0.000	0.004	0.000	-0.533
793	Ok	Min	0.000	0.320	0.000	0.013	0.000	0.391
795	Ok	Max	0.000	0.028	0.000	-0.017	0.000	-0.069
795	Ok	Min	0.000	0.269	0.000	0.016	0.000	0.241
800	Ok	Max	0.000	-0.031	0.000	-0.024	0.000	-0.231
800	Ok	Min	0.000	0.589	0.000	0.002	0.000	0.557
802	Ok	Max	0.000	-0.141	0.000	-0.011	0.000	-0.362
802	Ok	Min	0.000	0.301	0.000	0.006	0.000	0.326
821	Ok	Max	0.000	-0.365	0.000	-0.008	0.000	-0.223
821	Ok	Min	0.000	0.018	0.000	0.025	0.000	-0.006
822	Ok	Max	0.000	-0.234	0.000	-0.028	0.000	-0.135
822	Ok	Min	0.000	-0.037	0.000	0.012	0.000	-0.043
823	Ok	Max	0.000	0.009	0.000	-0.001	0.000	-0.051
823	Ok	Min	0.000	0.163	0.000	0.002	0.000	0.113
996	Ok	Max	-0.049	0.082	-0.022	-0.025	-0.012	-0.083
996	Ok	Min	0.049	0.405	0.022	0.041	0.012	0.645
997	Ok	Max	-0.043	0.060	-0.014	-0.023	-0.004	-0.110
997	Ok	Min	0.043	0.371	0.014	0.038	0.004	0.493
998	Ok	Max	-0.036	0.038	-0.001	-0.021	0.000	-0.129
998	Ok	Min	0.036	0.337	0.001	0.034	0.000	0.356
999	Ok	Max	-0.029	0.016	0.000	-0.011	0.001	-0.139
999	Ok	Min	0.029	0.301	0.000	0.023	-0.001	0.232
1000	Ok	Max	-0.022	-0.005	0.000	-0.008	0.001	-0.146
1000	Ok	Min	0.022	0.265	0.000	0.018	-0.001	0.127
1001	Ok	Max	-0.015	-0.026	0.005	-0.004	0.002	-0.172
1001	Ok	Min	0.015	0.227	-0.005	0.013	-0.002	0.064
1002	Ok	Max	-0.007	-0.045	-0.004	-0.001	0.001	-0.184
1002	Ok	Min	0.007	0.188	0.004	0.006	-0.001	0.009
1019	Ok	Max	-0.007	-0.155	-0.003	-0.007	-0.002	-0.174
1019	Ok	Min	0.007	0.069	0.003	0.002	0.002	-0.045
1020	Ok	Max	-0.015	-0.192	0.005	-0.013	0.000	-0.179
1020	Ok	Min	0.015	0.048	-0.005	0.003	0.000	0.004
1021	Ok	Max	-0.022	-0.229	-0.001	-0.017	0.000	-0.169
1021	Ok	Min	0.022	0.026	0.001	0.007	0.000	0.061
1022	Ok	Max	-0.029	-0.264	-0.001	-0.021	0.000	-0.144
1022	Ok	Min	0.029	0.004	0.001	0.009	0.000	0.125
1023	Ok	Max	-0.036	-0.298	-0.001	-0.023	0.000	-0.142
1023	Ok	Min	0.036	-0.019	0.001	0.011	0.000	0.234
1024	Ok	Max	-0.043	-0.332	-0.014	-0.033	0.000	-0.130
1024	Ok	Min	0.043	-0.042	0.014	0.019	0.000	0.355
1025	Ok	Max	-0.050	-0.365	-0.021	-0.035	-0.003	-0.110
1025	Ok	Min	0.050	-0.065	0.021	0.020	0.003	0.489
1080	Ok	Max	-0.445	-0.454	-0.054	-0.019	-0.022	-0.263
1080	Ok	Min	0.523	0.501	0.038	0.010	0.016	0.258
1081	Ok	Max	-0.229	-0.280	-0.044	-0.013	-0.014	-0.112
1081	Ok	Min	0.175	0.553	0.033	0.006	0.010	0.129
1082	Ok	Max	-0.180	-0.257	-0.035	-0.003	-0.016	-0.120
1082	Ok	Min	0.112	0.344	0.027	-0.001	0.012	0.133
1083	Ok	Max	0.000	-0.117	0.000	-0.005	0.000	-0.215
1083	Ok	Min	0.000	0.321	0.000	0.004	0.000	0.315
1084	Ok	Max	0.000	-0.117	0.000	-0.010	0.000	-0.232
1084	Ok	Min	0.000	0.304	0.000	0.009	0.000	0.314
1085	Ok	Max	0.000	-0.129	0.000	-0.002	0.000	-0.344
1085	Ok	Min	0.000	0.321	0.000	0.004	0.000	0.370
1086	Ok	Max	0.000	-0.207	0.000	-0.002	0.000	-0.153
1086	Ok	Min	0.000	0.218	0.000	0.004	0.000	0.048
1087	Ok	Max	-0.483	-0.081	-0.061	-0.031	-0.030	-0.013
1087	Ok	Min	0.372	0.208	0.018	0.004	0.009	0.091
1088	Ok	Max	-0.216	-0.229	-0.047	-0.014	-0.019	-0.150
1088	Ok	Min	0.093	0.284	0.014	-0.003	0.005	0.144
1089	Ok	Max	-0.201	-0.300	-0.051	-0.008	-0.020	-0.126
1089	Ok	Min	0.225	0.344	0.018	-0.001	0.007	0.133
1090	Ok	Max	0.000	-0.102	0.000	-0.004	0.000	-0.203
1090	Ok	Min	0.000	0.307	0.000	0.004	0.000	0.298

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

1091	Ok	Max	0.000	-0.031	0.000	-0.039	0.000	-0.178
1091	Ok	Min	0.000	0.140	0.000	0.040	0.000	0.178
1092	Ok	Max	0.000	0.049	0.000	-0.032	0.000	-0.016
1092	Ok	Min	0.000	0.218	0.000	0.032	0.000	0.151
1093	Ok	Max	0.000	-0.022	0.000	-0.031	0.000	-0.053
1093	Ok	Min	0.000	0.096	0.000	0.031	0.000	-0.030
1094	Ok	Max	-0.005	-0.037	0.000	-0.031	0.000	-0.172
1094	Ok	Min	0.005	0.231	0.000	0.032	0.000	0.224
1095	Ok	Max	-0.004	-0.133	0.000	0.007	0.000	-0.060
1095	Ok	Min	0.004	0.120	0.000	-0.007	0.000	-0.023
1096	Ok	Max	-0.463	-0.465	-0.039	-0.010	-0.016	-0.267
1096	Ok	Min	0.541	0.511	0.054	0.019	0.022	0.262
1097	Ok	Max	-0.235	-0.285	-0.033	-0.006	-0.010	-0.113
1097	Ok	Min	0.181	0.358	0.044	0.013	0.014	0.130
1098	Ok	Max	-0.196	-0.261	-0.027	0.001	-0.012	-0.122
1098	Ok	Min	0.127	0.548	0.035	0.003	0.016	0.135
1099	Ok	Max	0.000	-0.117	0.000	-0.005	0.000	-0.215
1099	Ok	Min	0.000	0.301	0.000	0.005	0.000	0.290
1100	Ok	Max	0.000	-0.116	0.000	-0.010	0.000	-0.228
1100	Ok	Min	0.000	0.300	0.000	0.010	0.000	0.310
1101	Ok	Max	0.000	-0.117	0.000	-0.004	0.000	-0.321
1101	Ok	Min	0.000	0.323	0.000	0.002	0.000	0.371
1102	Ok	Max	0.000	-0.194	0.000	-0.004	0.000	-0.144
1102	Ok	Min	0.000	0.218	0.000	0.002	0.000	0.046
1103	Ok	Max	-0.494	-0.086	-0.017	-0.004	-0.009	-0.018
1103	Ok	Min	0.390	0.206	0.060	0.031	0.030	0.088
1104	Ok	Max	-0.219	-0.238	-0.014	0.003	-0.005	-0.154
1104	Ok	Min	0.097	0.294	0.047	0.014	0.019	0.150
1105	Ok	Max	-0.211	-0.309	-0.018	0.001	-0.007	-0.130
1105	Ok	Min	0.231	0.353	0.051	0.008	0.021	0.136
1106	Ok	Max	0.000	-0.704	0.000	0.003	0.000	-0.291
1106	Ok	Min	0.000	0.785	0.000	0.019	0.000	0.303
1107	Ok	Max	0.000	-0.718	0.000	0.003	0.000	0.005
1107	Ok	Min	0.000	0.744	0.000	0.023	0.000	-0.013
1108	Ok	Max	0.000	-0.749	0.000	0.012	0.000	-0.277
1108	Ok	Min	0.000	0.721	0.000	0.015	0.000	0.269
1109	Ok	Max	0.000	-1.263	0.000	-0.003	0.000	0.111
1109	Ok	Min	0.000	1.164	0.000	0.020	0.000	-0.116
1110	Ok	Max	0.000	-1.317	0.000	-0.002	0.000	-0.194
1110	Ok	Min	0.000	1.184	0.000	0.021	0.000	0.219
1111	Ok	Max	0.000	-1.348	0.000	-0.001	0.000	-0.646
1111	Ok	Min	0.000	1.161	0.000	0.023	0.000	0.733
1112	Ok	Max	0.000	-0.703	0.000	-0.013	0.000	-1.086
1112	Ok	Min	0.000	0.919	0.000	0.001	0.000	1.188
1113	Ok	Max	0.000	-0.710	0.000	-0.012	0.000	-0.997
1113	Ok	Min	0.000	0.911	0.000	0.003	0.000	1.072
1114	Ok	Max	0.000	-0.734	0.000	-0.011	0.000	-0.717
1114	Ok	Min	0.000	0.880	0.000	0.003	0.000	0.726
1115	Ok	Max	0.000	-0.757	0.000	-0.010	0.000	-0.438
1115	Ok	Min	0.000	0.849	0.000	0.002	0.000	0.401
1116	Ok	Max	0.000	-0.772	0.000	-0.013	0.000	-0.147
1116	Ok	Min	0.000	0.809	0.000	0.004	0.000	0.086
1117	Ok	Max	0.000	-0.804	0.000	-0.008	0.000	-0.254
1117	Ok	Min	0.000	0.786	0.000	0.003	0.000	0.169
1118	Ok	Max	0.000	-0.836	0.000	-0.008	0.000	-0.530
1118	Ok	Min	0.000	0.763	0.000	-0.008	0.000	0.482
1119	Ok	Max	0.000	-0.868	0.000	-0.009	0.000	-0.809
1119	Ok	Min	0.000	0.739	0.000	-0.007	0.000	0.800
1120	Ok	Max	0.000	-0.379	0.000	-0.074	0.000	-0.488
1120	Ok	Min	0.000	0.750	0.000	0.027	0.000	0.667
1121	Ok	Max	0.000	-0.380	0.000	-0.074	0.000	-0.479
1121	Ok	Min	0.000	0.748	0.000	0.027	0.000	0.649
1122	Ok	Max	0.000	-0.403	0.003	-0.074	0.001	-0.328
1122	Ok	Min	0.000	0.716	-0.003	0.027	-0.001	0.366
1123	Ok	Max	0.000	-0.438	0.000	-0.092	0.000	-0.209
1123	Ok	Min	0.000	0.637	0.000	0.026	0.000	0.146
1124	Ok	Max	0.000	-0.596	0.000	-0.023	0.000	-0.101
1124	Ok	Min	0.000	0.466	0.000	0.090	0.000	-0.025
1125	Ok	Max	0.005	-0.626	-0.001	-0.023	-0.002	-0.213
1125	Ok	Min	-0.004	0.443	-0.014	0.090	0.002	0.145
1126	Ok	Max	0.000	-0.706	0.000	-0.023	0.000	-0.333
1126	Ok	Min	0.000	0.408	0.000	0.072	0.000	0.362

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.2: DIFERENCIA DE ESFUERZOS EN C-V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C.ENV. - C

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

COMPARACION DE ENVOLVENTES C.HC								
Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
Resumen	$\Delta \text{Max.} =$	Max	0.351	0.713	0.068	0.060	0.028	0.613
Resumen	$\Delta \text{Min.} =$	Min	-0.247	-0.713	-0.068	-0.060	-0.028	-0.582

Frame	COMPROBACIÓN	StepType	ΔP	$\Delta V2$	$\Delta V3$	ΔT	$\Delta M2$	$\Delta M3$
Text	Ok / Error	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
5	Ok	Max	-0.033	-0.027	-0.005	0.008	-0.003	-0.079
5	Ok	Min	0.076	0.135	0.006	0.004	0.003	0.092
6	Ok	Max	-0.029	-0.028	-0.005	0.000	-0.002	-0.078
6	Ok	Min	0.099	0.146	0.002	-0.012	0.001	0.108
11	Ok	Max	0.015	0.054	-0.002	0.004	-0.001	-0.007
11	Ok	Min	0.229	0.181	0.002	0.011	0.002	0.198
12	Ok	Max	-0.019	0.057	-0.001	0.006	-0.001	-0.016
12	Ok	Min	0.256	0.178	0.001	0.008	0.001	0.205
13	Ok	Max	-0.005	0.026	-0.003	-0.007	-0.001	-0.120
13	Ok	Min	0.005	0.198	0.003	0.010	0.001	0.329
23	Ok	Max	-0.004	0.014	-0.001	-0.006	0.000	-0.127
23	Ok	Min	0.004	0.182	0.001	0.008	0.000	0.256
24	Ok	Max	-0.002	0.002	-0.001	-0.006	0.000	-0.130
24	Ok	Min	0.002	0.165	0.001	0.008	0.000	0.189
25	Ok	Max	-0.001	-0.011	0.000	-0.005	0.000	-0.130
25	Ok	Min	0.001	0.148	0.000	0.007	0.000	0.129
28	Ok	Max	-0.001	-0.023	0.000	-0.004	0.000	-0.130
28	Ok	Min	0.001	0.132	0.000	0.006	0.000	0.082
29	Ok	Max	-0.002	-0.036	-0.001	-0.003	0.000	-0.125
29	Ok	Min	0.002	0.115	0.001	0.005	0.000	0.041
30	Ok	Max	-0.004	-0.049	-0.001	-0.001	0.000	-0.114
30	Ok	Min	0.004	0.098	0.001	0.003	0.000	0.004
55	Ok	Max	-0.004	-0.082	-0.001	-0.003	0.000	-0.097
55	Ok	Min	0.004	0.061	0.001	0.002	0.000	-0.026
58	Ok	Max	-0.002	-0.099	0.000	-0.005	0.000	-0.115
58	Ok	Min	0.002	0.049	0.000	0.003	0.000	0.005
59	Ok	Max	-0.001	-0.116	0.000	-0.006	0.000	-0.126
59	Ok	Min	0.001	0.036	0.000	0.005	0.000	0.042
60	Ok	Max	-0.001	-0.133	0.000	-0.007	0.000	-0.131
60	Ok	Min	0.001	0.024	0.000	0.005	0.000	0.085
63	Ok	Max	-0.002	-0.149	-0.001	-0.008	0.000	-0.130
63	Ok	Min	0.002	0.011	0.001	0.006	0.000	0.129
64	Ok	Max	-0.004	-0.166	-0.001	-0.009	0.000	-0.131
64	Ok	Min	0.004	-0.001	0.001	0.007	0.000	0.189
73	Ok	Max	-0.005	-0.182	-0.003	-0.009	0.000	-0.128
73	Ok	Min	0.005	-0.013	0.003	0.007	0.000	0.256
96	Ok	Max	0.000	-0.027	0.000	-0.003	0.000	-0.131
96	Ok	Min	0.000	0.189	0.000	0.008	0.000	0.261
103	Ok	Max	0.000	-0.049	0.000	-0.002	0.000	-0.171
103	Ok	Min	0.000	0.224	0.000	0.006	0.000	0.324
108	Ok	Max	-0.048	0.007	0.000	-0.022	0.000	-0.037
108	Ok	Min	0.056	0.136	0.000	0.022	0.000	0.108
114	Ok	Max	0.000	-0.045	0.000	-0.006	0.000	-0.164
114	Ok	Min	0.000	0.218	0.000	0.002	0.000	0.313
121	Ok	Max	0.000	0.020	0.000	-0.020	0.000	-0.020
121	Ok	Min	0.000	0.116	0.000	0.019	0.000	0.083
132	Ok	Max	0.000	-0.500	0.000	-0.008	0.000	-0.304
132	Ok	Min	0.000	0.325	0.000	0.012	0.000	0.185
133	Ok	Max	0.000	-0.524	0.000	-0.012	0.000	-0.318
133	Ok	Min	0.000	0.323	0.000	0.008	0.000	0.184
134	Ok	Max	0.000	-0.411	0.000	0.000	0.000	-0.515
134	Ok	Min	0.000	0.497	0.000	0.001	0.000	0.546
146	Ok	Max	0.000	-0.024	0.000	-0.009	0.000	-0.126

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

146	Ok	Min	0.000	0.185	0.000	0.003	0.000	0.253
237	Ok	Max	0.000	-0.580	0.000	-0.006	0.000	-0.354
237	Ok	Min	0.000	0.525	0.000	0.010	0.000	0.310
238	Ok	Max	0.000	-0.519	0.000	-0.013	0.000	-0.315
238	Ok	Min	0.000	0.418	0.000	0.008	0.000	0.242
239	Ok	Max	0.000	-0.453	0.000	-0.001	0.000	-0.566
239	Ok	Min	0.000	0.538	0.000	0.001	0.000	0.594
424	Ok	Max	-0.017	0.021	-0.006	-0.009	-0.003	-0.121
424	Ok	Min	0.017	0.218	0.006	0.012	0.003	0.377
425	Ok	Max	-0.014	0.009	-0.003	-0.007	-0.001	-0.127
425	Ok	Min	0.014	0.201	0.003	0.010	0.001	0.296
426	Ok	Max	-0.012	-0.002	-0.001	-0.006	0.000	-0.128
426	Ok	Min	0.012	0.184	0.001	0.008	0.000	0.292
427	Ok	Max	-0.010	-0.015	0.000	-0.005	0.000	-0.125
427	Ok	Min	0.010	0.167	0.000	0.007	0.000	0.154
428	Ok	Max	-0.007	-0.027	0.000	-0.004	0.000	-0.120
428	Ok	Min	0.007	0.149	0.000	0.006	0.000	0.095
429	Ok	Max	-0.005	-0.038	0.000	-0.002	0.000	-0.119
429	Ok	Min	0.005	0.131	0.000	0.005	0.000	0.052
430	Ok	Max	-0.003	-0.050	-0.002	-0.001	0.000	-0.110
430	Ok	Min	0.003	0.113	0.002	0.002	0.000	0.013
456	Ok	Max	-0.003	-0.097	-0.002	-0.003	-0.001	-0.095
456	Ok	Min	0.003	0.062	0.002	0.001	0.001	-0.021
457	Ok	Max	-0.005	-0.115	0.001	-0.005	0.000	-0.110
457	Ok	Min	0.005	0.050	-0.001	0.002	0.000	0.013
458	Ok	Max	-0.007	-0.132	0.000	-0.006	0.000	-0.119
458	Ok	Min	0.007	0.039	0.000	0.004	0.000	0.052
459	Ok	Max	-0.010	-0.149	0.000	-0.007	0.000	-0.121
459	Ok	Min	0.010	0.026	0.000	0.005	0.000	0.096
460	Ok	Max	-0.012	-0.166	-0.001	-0.008	0.000	-0.126
460	Ok	Min	0.012	0.014	0.001	0.006	0.000	0.154
461	Ok	Max	-0.015	-0.183	-0.003	-0.009	0.000	-0.129
461	Ok	Min	0.015	0.002	0.003	0.006	0.000	0.221
462	Ok	Max	-0.017	-0.200	-0.005	-0.011	0.000	-0.127
462	Ok	Min	0.017	-0.010	0.005	0.008	0.000	0.295
478	Ok	Max	0.000	-0.053	0.000	-0.002	0.000	-0.180
478	Ok	Min	0.000	0.237	0.000	0.006	0.000	0.351
482	Ok	Max	-0.036	0.004	0.000	-0.018	0.000	-0.042
482	Ok	Min	0.042	0.145	0.000	0.017	0.000	0.120
487	Ok	Max	0.000	-0.049	0.000	-0.006	0.000	-0.172
487	Ok	Min	0.000	0.230	0.000	0.002	0.000	0.337
502	Ok	Max	0.000	-0.445	0.000	-0.006	0.000	-0.271
502	Ok	Min	0.000	0.245	0.000	0.010	0.000	0.138
503	Ok	Max	0.000	-0.454	0.000	-0.011	0.000	-0.276
503	Ok	Min	0.000	0.233	0.000	0.007	0.000	0.130
504	Ok	Max	0.000	-0.277	0.000	0.000	0.000	-0.356
504	Ok	Min	0.000	0.363	0.000	0.000	0.000	0.387
647	Ok	Max	-0.022	0.029	-0.008	-0.010	-0.004	-0.093
647	Ok	Min	0.022	0.215	0.008	0.015	0.004	0.359
648	Ok	Max	-0.019	0.017	-0.005	-0.010	-0.001	-0.102
648	Ok	Min	0.019	0.198	0.005	0.013	0.001	0.280
649	Ok	Max	-0.016	0.005	-0.001	-0.006	0.000	-0.106
649	Ok	Min	0.016	0.180	0.001	0.009	0.000	0.206
650	Ok	Max	-0.013	-0.006	0.000	-0.005	0.000	-0.106
650	Ok	Min	0.013	0.163	0.000	0.008	0.000	0.140
651	Ok	Max	-0.010	-0.017	0.000	-0.004	0.000	-0.104
651	Ok	Min	0.010	0.145	0.000	0.006	0.000	0.084
652	Ok	Max	-0.007	-0.029	0.001	-0.002	0.000	-0.109
652	Ok	Min	0.007	0.126	-0.001	0.005	0.000	0.045
653	Ok	Max	-0.004	-0.039	-0.003	-0.001	0.000	-0.107
653	Ok	Min	0.004	0.107	0.003	0.002	0.000	0.010
670	Ok	Max	-0.004	-0.090	-0.003	-0.002	-0.001	-0.096
670	Ok	Min	0.004	0.051	0.003	0.001	0.001	-0.022

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

671	Ok	Max	-0.007	-0.109	0.001	-0.005	0.000	-0.106
671	Ok	Min	0.007	0.040	-0.001	0.002	0.000	0.009
672	Ok	Max	-0.010	-0.127	0.000	-0.006	0.000	-0.109
672	Ok	Min	0.010	0.029	0.000	0.003	0.000	0.044
673	Ok	Max	-0.013	-0.144	0.000	-0.007	0.000	-0.104
673	Ok	Min	0.013	0.017	0.000	0.004	0.000	0.083
674	Ok	Max	-0.016	-0.162	-0.001	-0.008	0.000	-0.106
674	Ok	Min	0.016	0.005	0.001	0.005	0.000	0.139
675	Ok	Max	-0.019	-0.179	-0.005	-0.012	0.000	-0.106
675	Ok	Min	0.019	-0.007	0.005	0.008	0.000	0.205
676	Ok	Max	-0.022	-0.196	-0.008	-0.012	-0.001	-0.101
676	Ok	Min	0.022	-0.018	0.008	0.008	0.001	0.278
692	Ok	Max	0.000	-0.052	0.000	-0.001	0.000	-0.177
692	Ok	Min	0.000	0.242	0.000	0.005	0.000	0.360
696	Ok	Max	-0.021	0.002	0.000	-0.014	0.000	-0.044
696	Ok	Min	0.024	0.151	0.000	0.013	0.000	0.128
701	Ok	Max	0.000	-0.045	0.000	-0.004	0.000	-0.165
701	Ok	Min	0.000	0.233	0.000	0.001	0.000	0.342
716	Ok	Max	0.000	-0.343	0.000	-0.004	0.000	-0.210
716	Ok	Min	0.000	0.113	0.000	0.008	0.000	0.059
717	Ok	Max	0.000	-0.361	0.000	-0.009	0.000	-0.221
717	Ok	Min	0.000	0.106	0.000	0.005	0.000	0.054
718	Ok	Max	0.000	-0.129	0.000	0.000	0.000	-0.182
718	Ok	Min	0.000	0.216	0.000	0.000	0.000	0.214
791	Ok	Max	0.000	-0.023	0.000	-0.001	0.000	-0.132
791	Ok	Min	0.000	0.205	0.000	0.010	0.000	0.303
793	Ok	Max	0.000	-0.114	0.000	0.002	0.000	-0.279
793	Ok	Min	0.000	0.166	0.000	0.005	0.000	0.204
795	Ok	Max	0.000	0.016	0.000	-0.004	0.000	-0.029
795	Ok	Min	0.000	0.135	0.000	0.004	0.000	0.112
800	Ok	Max	0.000	-0.017	0.000	-0.010	0.000	-0.122
800	Ok	Min	0.000	0.202	0.000	0.001	0.000	0.291
802	Ok	Max	0.000	-0.074	0.000	-0.005	0.000	-0.188
802	Ok	Min	0.000	0.155	0.000	0.003	0.000	0.168
821	Ok	Max	0.000	-0.163	0.000	-0.004	0.000	-0.099
821	Ok	Min	0.000	0.006	0.000	0.011	0.000	-0.006
822	Ok	Max	0.000	-0.106	0.000	-0.012	0.000	-0.059
822	Ok	Min	0.000	-0.018	0.000	0.005	0.000	-0.021
823	Ok	Max	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	-0.017
823	Ok	Min	0.000	0.076	0.000	0.001	0.000	0.049
996	Ok	Max	-0.025	0.040	-0.010	-0.011	-0.005	-0.051
996	Ok	Min	0.025	0.211	0.010	0.016	0.005	0.340
997	Ok	Max	-0.022	0.028	-0.006	-0.010	-0.002	-0.064
997	Ok	Min	0.022	0.194	0.006	0.015	0.002	0.262
998	Ok	Max	-0.018	0.017	-0.001	-0.009	0.000	-0.072
998	Ok	Min	0.018	0.176	0.001	0.013	0.000	0.190
999	Ok	Max	-0.015	0.006	0.000	-0.005	0.001	-0.077
999	Ok	Min	0.015	0.158	0.000	0.008	-0.001	0.126
1000	Ok	Max	-0.011	-0.005	0.000	-0.003	0.000	-0.080
1000	Ok	Min	0.011	0.139	0.000	0.006	0.000	0.071
1001	Ok	Max	-0.008	-0.015	0.002	-0.002	0.001	-0.092
1001	Ok	Min	0.008	0.120	-0.002	0.004	-0.001	0.036
1002	Ok	Max	-0.004	-0.025	-0.003	-0.001	0.000	-0.097
1002	Ok	Min	0.004	0.100	0.003	0.002	0.000	0.006
1019	Ok	Max	-0.004	-0.083	-0.003	-0.002	-0.001	-0.091
1019	Ok	Min	0.004	0.037	0.003	0.001	0.001	-0.023
1020	Ok	Max	-0.008	-0.102	0.002	-0.004	0.000	-0.094
1020	Ok	Min	0.008	0.027	-0.002	0.001	0.000	0.004
1021	Ok	Max	-0.011	-0.121	0.000	-0.006	0.000	-0.090
1021	Ok	Min	0.011	0.016	0.000	0.003	0.000	0.035
1022	Ok	Max	-0.015	-0.139	0.000	-0.007	0.000	-0.079
1022	Ok	Min	0.015	0.004	0.000	0.004	0.000	0.069
1023	Ok	Max	-0.018	-0.156	-0.001	-0.008	0.000	-0.078

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

1023	Ok	Min	0.018	-0.007	0.001	0.004	0.000	0.127
1024	Ok	Max	-0.022	-0.174	-0.007	-0.012	0.000	-0.073
1024	Ok	Min	0.022	-0.019	0.007	0.008	0.000	0.190
1025	Ok	Max	-0.025	-0.191	-0.010	-0.013	-0.001	-0.063
1025	Ok	Min	0.025	-0.031	0.010	0.008	0.001	0.260
1080	Ok	Max	-0.224	-0.204	-0.027	-0.009	-0.011	-0.123
1080	Ok	Min	0.264	0.228	0.019	0.005	0.008	0.121
1081	Ok	Max	-0.115	-0.124	-0.022	-0.006	-0.007	-0.051
1081	Ok	Min	0.088	0.160	0.017	0.003	0.005	0.059
1082	Ok	Max	-0.090	-0.114	-0.017	-0.001	-0.008	-0.053
1082	Ok	Min	0.056	0.157	0.014	-0.001	0.006	0.059
1083	Ok	Max	0.000	-0.058	0.000	-0.002	0.000	-0.107
1083	Ok	Min	0.000	0.163	0.000	0.002	0.000	0.159
1084	Ok	Max	0.000	-0.059	0.000	-0.004	0.000	-0.117
1084	Ok	Min	0.000	0.155	0.000	0.004	0.000	0.160
1085	Ok	Max	0.000	-0.069	0.000	-0.001	0.000	-0.181
1085	Ok	Min	0.000	0.167	0.000	0.002	0.000	0.193
1086	Ok	Max	0.000	-0.109	0.000	-0.001	0.000	-0.079
1086	Ok	Min	0.000	0.114	0.000	0.002	0.000	0.025
1087	Ok	Max	-0.243	-0.030	-0.029	-0.014	-0.015	0.001
1087	Ok	Min	0.186	0.093	0.009	0.003	0.004	0.039
1088	Ok	Max	-0.109	-0.102	-0.023	-0.006	-0.010	-0.069
1088	Ok	Min	0.047	0.131	0.007	-0.001	0.003	0.067
1089	Ok	Max	-0.101	-0.133	-0.026	-0.003	-0.010	-0.056
1089	Ok	Min	0.113	0.156	0.009	-0.001	0.004	0.059
1090	Ok	Max	0.000	-0.050	0.000	-0.001	0.000	-0.101
1090	Ok	Min	0.000	0.155	0.000	0.001	0.000	0.150
1091	Ok	Max	0.000	-0.014	0.000	-0.017	0.000	-0.090
1091	Ok	Min	0.000	0.073	0.000	0.017	0.000	0.095
1092	Ok	Max	0.000	0.024	0.000	-0.013	0.000	-0.009
1092	Ok	Min	0.000	0.112	0.000	0.013	0.000	0.077
1093	Ok	Max	0.000	-0.012	0.000	-0.013	0.000	-0.028
1093	Ok	Min	0.000	0.050	0.000	0.013	0.000	-0.017
1094	Ok	Max	-0.002	-0.020	0.000	-0.012	0.000	-0.090
1094	Ok	Min	0.002	0.118	0.000	0.012	0.000	0.114
1095	Ok	Max	-0.002	-0.069	0.000	0.005	0.000	-0.031
1095	Ok	Min	0.002	0.061	0.000	-0.005	0.000	-0.013
1096	Ok	Max	-0.231	-0.206	-0.020	-0.005	-0.008	-0.124
1096	Ok	Min	0.271	0.231	0.027	0.009	0.011	0.121
1097	Ok	Max	-0.118	-0.124	-0.017	-0.003	-0.005	-0.051
1097	Ok	Min	0.091	0.161	0.022	0.006	0.007	0.059
1098	Ok	Max	-0.097	-0.114	-0.014	0.001	-0.006	-0.053
1098	Ok	Min	0.063	0.157	0.017	0.001	0.008	0.059
1099	Ok	Max	0.000	-0.057	0.000	-0.002	0.000	-0.106
1099	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.002	0.000	0.145
1100	Ok	Max	0.000	-0.057	0.000	-0.004	0.000	-0.114
1100	Ok	Min	0.000	0.152	0.000	0.004	0.000	0.157
1101	Ok	Max	0.000	-0.062	0.000	-0.002	0.000	-0.168
1101	Ok	Min	0.000	0.167	0.000	0.001	0.000	0.193
1102	Ok	Max	0.000	-0.102	0.000	-0.002	0.000	-0.075
1102	Ok	Min	0.000	0.113	0.000	0.001	0.000	0.024
1103	Ok	Max	-0.247	-0.032	-0.009	-0.003	-0.004	-0.001
1103	Ok	Min	0.195	0.091	0.029	0.014	0.014	0.037
1104	Ok	Max	-0.110	-0.104	-0.007	0.001	-0.003	-0.070
1104	Ok	Min	0.048	0.134	0.023	0.006	0.010	0.069
1105	Ok	Max	-0.105	-0.135	-0.009	0.001	-0.004	-0.057
1105	Ok	Min	0.116	0.158	0.026	0.003	0.010	0.060
1106	Ok	Max	0.000	-0.296	0.000	0.001	0.000	-0.124
1106	Ok	Min	0.000	0.333	0.000	0.007	0.000	0.129
1107	Ok	Max	0.000	-0.305	0.000	0.001	0.000	0.003
1107	Ok	Min	0.000	0.313	0.000	0.009	0.000	-0.006
1108	Ok	Max	0.000	-0.321	0.000	0.005	0.000	-0.115
1108	Ok	Min	0.000	0.301	0.000	0.006	0.000	0.113

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.3: DISEÑO DE VIGAS EDIFICIO C

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.3.1: DISEÑO DE VIGAS - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

DISEÑO V.LLENAS

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

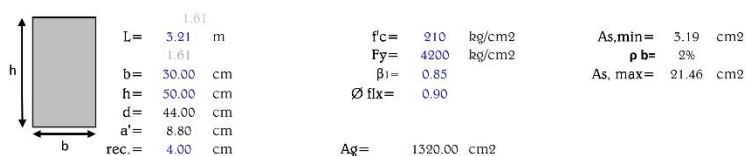
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

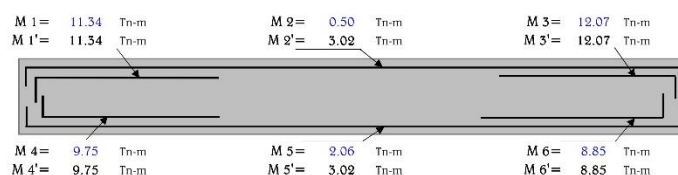
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO

SISTEMA ESTRUCTURAL

- ☒ MUROS ESTRUCTURALES O DUAL TIPO I
☐ PORTICO O DUAL TIPO II



2.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)



Barra	As	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	1 capa
As 2	1.84	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa
As 3	7.80	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa
As 4	6.21	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa
As 5	1.84	1.84			2		3.96	3.19	Ok	1 capa
As 6	5.60	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa

2.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1 = 1.02 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 3 = 1.33 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$

LONGITUD DEL As 4 = 1.15 m

$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$



LONGITUD DEL As 6 = 1.29 m

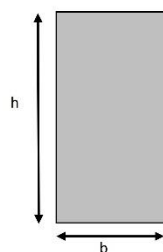
$$\phi = \frac{5}{8}$$

$$12 db = 0.19 \text{ m}$$

$$1d = 0.44 \text{ m}$$

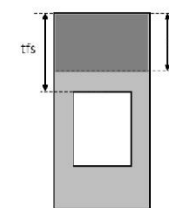
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS LLENAS

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

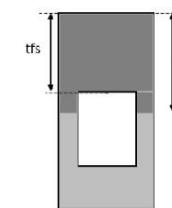


b= 30.00 cm
h= 50.00 cm
bw= 30.00 cm
d= 44.00 cm
a'= 8.80 cm
rec.= 4.00 cm
Ag= 1320.00 cm²

f_c= 210 kg/cm²
f_y= 4200 kg/cm²
β₁= 0.85
Ø flx= 0.90
As,min= 3.19 cm²
ρ b= 2%
As, max= 21.46 cm²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{fs}$



VIGA "C"
 $a > t_{fs}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf.s	a < Tf.s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	Vi	Vd	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
C.LL V- 101	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.LL V- 102	A	2	6.44	20	Ok	12.36	11.73	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	2	6.44	20	Ok	3.16	2.06	2 Ø 3/4"	2 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	2	6.44	20	Ok	12.65	11.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
C.LL V- 103	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.LL V- 104	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.LL V- 105	A	2	5.27	20	Ok	10.50	8.50	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	Claro	2	5.27	20	Ok	2.63	2.63	2 Ø 3/4"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	B	2	5.27	20	Ok	10.36	8.23	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
C.LL V- 106	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.LL V- 107	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

C.LL V- 108	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 109	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.LL V- 110	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.LL V- 111	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 112	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 113	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 114	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 115	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 116	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 117	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.LL V- 118	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.LL V- 119	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 120	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.LL V- 121	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok

C.LL V- 122	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.LL V- 123	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.LL V- 124	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 ø 5/8" + 2 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 ø 5/8"	2 ø 5/8"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.LL V- 125	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 ø 5/8" + 2 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 ø 5/8"	2 ø 5/8"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.LL V- 126	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.64	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.64	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.64	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
C.LL V- 127	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	7.88	6.41	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.LL V- 128	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 ø 1/2"	3 ø 1/2"	6.78	6.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.LL V- 129	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 ø 5/8" + 2 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 ø 5/8"	2 ø 5/8"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	8.45	8.47	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.LL V- 130	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 ø 5/8"	3 ø 5/8"	9.65	9.12	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 ø 5/8"	2 ø 5/8"	9.65	9.12	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.50	2 ø 5/8" + 2 ø 1/2"	2 ø 5/8" + 1 ø 1/2"	9.65	9.12	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.LL V- 131	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 132	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 133	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 134	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.LL V- 135	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 ø 5/8"	3 ø 1/2"	9.65	9.14	ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.3.2: DISEÑO DE VIGAS - V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

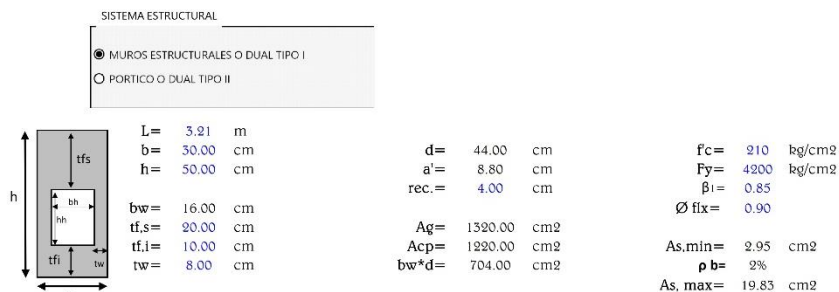
DISEÑO V.HR

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

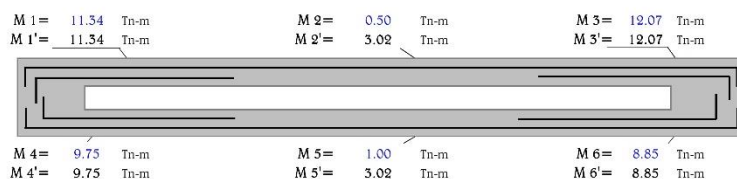
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

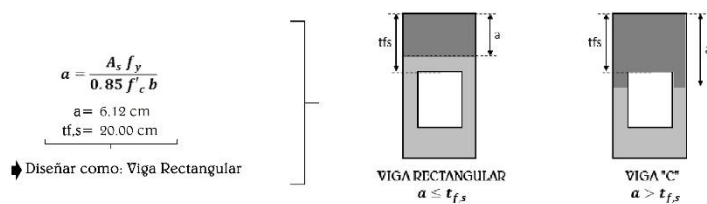
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO



2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA



3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C



4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)

Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	6.21
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	6.21
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	5.13
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	3.11
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	4.66

4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1= 1.02 m

Ø= 5/8
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

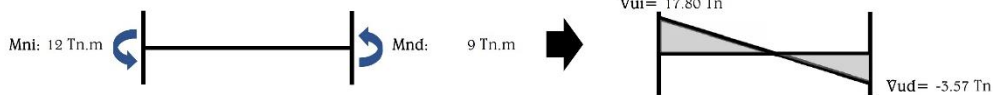


5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



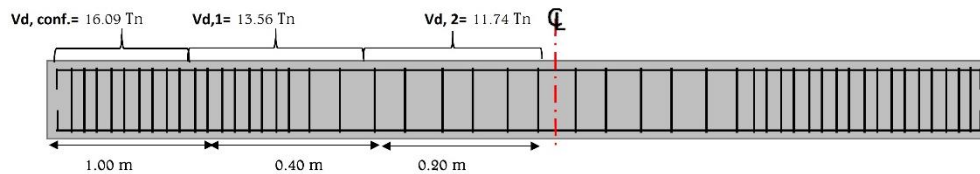
5.1.1. Caso 1



5.1.2. Caso 2



5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



5.2.1. Zona confinamiento:

V conf: 7 @ 13

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 13.52$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 20.66$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 12.70$ cm
 $s = 19.41$ cm
 $s = 15.00$ cm
 $s = 12.70$ cm
 $s = 22.86$ cm
 $s = 30$ cm

5.2.2. Zona 1:

V conf: 2 @ 22

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 10.54$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 11.93$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 22.00$ cm
 $s = 24.89$ cm
 $s = 22.00$ cm

5.2.3. Zona 2:

V conf: 1 @ 22

$V_c = 5.41$ Tn
 $V_s = 8.41$ Tn
 $\phi = 3/8$
 $V_s = 11.93$ Tn **Ok!**
 $A_v = 1.42$ cm²
 $S = 22.00$ cm
 $s = 31.21$ cm
 $s = 22.00$ cm

6.0.0. VERIFICACIÓN POR TORSIÓN

6.1.0. MAGNITUD DE TORSIÓN

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

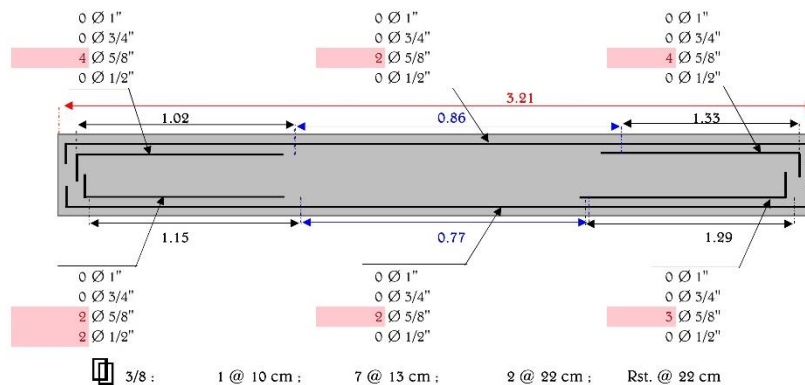
$T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $\phi = 0.85$ $A_{cp} = 1220.00 \text{ cm}^2$ $P_{cp} = 160.00 \text{ cm}$	$\frac{1}{4} T_{cr} = 30.94$	Se ignora la torsión
---	------------------------------	----------------------

6.2.0. RESISTENCIA AL MOMENTO POR TORSIÓN

$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

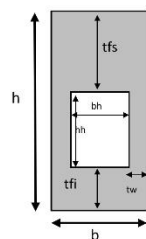
$V_u = 21.65 \text{ Tn}$ $T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $V_c = 5.41 \text{ Tn}$ $\phi = 0.85$	$A_{oh} = 924.00 \text{ cm}^2$ $P_h = 128.00 \text{ cm}$ $b_w d = 704.00$ $\sqrt{f'_c} = 14.49$	$30.82 \leq 32.40 \text{ Ok!}$
---	--	--------------------------------

7.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



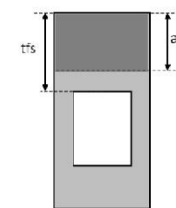
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS RECTANGULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA



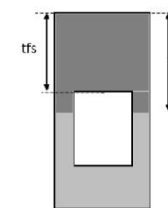
b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf,s=	20.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tf,i=	10.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²
tw=	8.00	cm			

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



VIGA RECTANGULAR

$$a \leq t_{fs}$$



VIGA "C"

$$a > t_{fs}$$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf,s	a < Tf,s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	V _i	V _d	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
C.HR V- 101	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.HR V- 102	A	2	6.44	20	Ok	12.36	11.73	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	2	6.44	20	Ok	3.16	2.06	2 Ø 3/4"	2 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	2	6.44	20	Ok	12.65	11.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
C.HR V- 103	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.HR V- 104	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.HR V- 105	A	2	5.27	20	Ok	10.50	8.50	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	Claro	2	5.27	20	Ok	2.63	2.63	2 Ø 3/4"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	B	2	5.27	20	Ok	10.36	8.23	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
C.HR V- 106	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.HR V- 107	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

C.HR V- 108	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 109	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HR V- 110	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HR V- 111	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 112	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 113	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 114	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 115	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 116	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 117	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HR V- 118	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HR V- 119	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 120	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HR V- 121	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok

C.HR V- 122	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.HR V- 123	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.HR V- 124	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HR V- 125	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HR V- 126	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
C.HR V- 127	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.HR V- 128	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.HR V- 129	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HR V- 130	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HR V- 131	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	5.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 132	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	5.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 133	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	5.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 134	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	5.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HR V- 135	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	5.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

ANÁLISIS DE DISEÑO DE VIGAS N° 2.3.3.3: DISEÑO DE VIGAS - V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

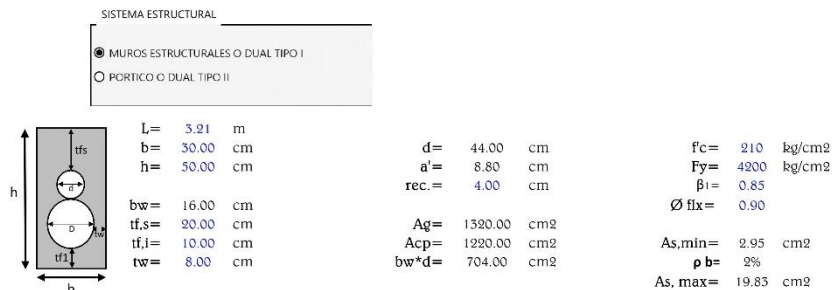
DISEÑO V.HC

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

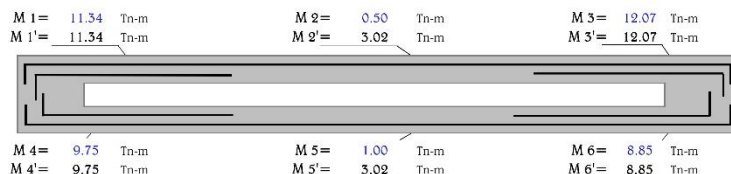
TEMA: Diseño de vigas

UBICACIÓN: CHICLAYO / CHICLAYO / LAMBAYEQUE

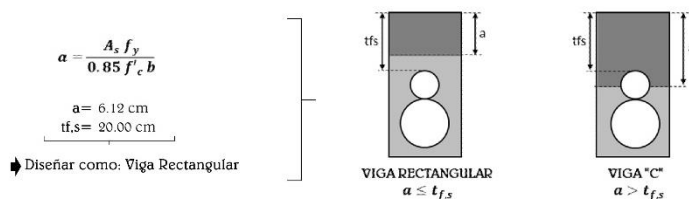
1.0.0. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO



2.0.0. MOMENTOS RESULTANTES EN VIGA HUECA



3.0.0. ANALISIS DE SECCION DE VIGA: V. RECTANGULAR O VIGA C



4.0.0. DISEÑO POR FLEXIÓN (As Longitudinal)

Barra	As, req	1"	3/4"	5/8"	1/2"	As	Verif.	CONDICIÓN	a
As 1	7.29	5.1	2.85	1.98	1.29	7.92	7.29	Ok	1 capa
As 2	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa
As 3	7.80			4		7.92	7.80	Ok	1 capa
As 4	6.21			2	2	6.54	6.21	Ok	1 capa
As 5	1.84			2		3.96	2.95	Ok	1 capa
As 6	5.60			3		5.94	5.60	Ok	1 capa

4.1.0. LONGITUD DE BASTONES

LONGITUD DEL As 1 = 1.02 m

$\phi = 5/8$
 $12 db = 0.19$ m
 $1d = 0.44$ m



LONGITUD DEL As 3= 1.33 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 4= 1.1500 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m

LONGITUD DEL As 6= 1.2900 m

$\phi = 5/8$
12 db= 0.19 m
1d= 0.44 m



5.0.0. DISEÑO POR CORTE (As Estribos)

5.1.0. FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (V_u)



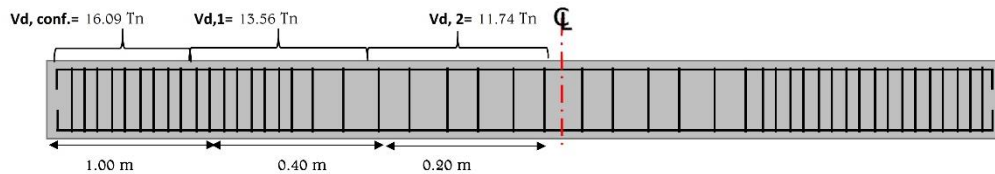
5.1.1. Caso 1



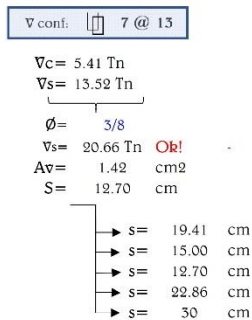
5.1.2. Caso 2



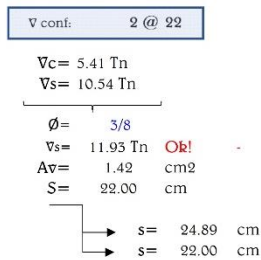
5.2.0. DISEÑO POR TRAMOS



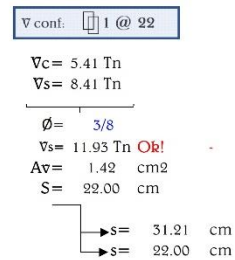
5.2.1. Zona confinamiento:



5.2.2. Zona 1:



5.2.3. Zona 2:



6.0.0. VERIFICACIÓN POR TORSIÓN

6.1.0. MAGNITUD DE TORSIÓN

$$T_u \leq \phi 0.27 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = \frac{1}{4} T_{cr}$$

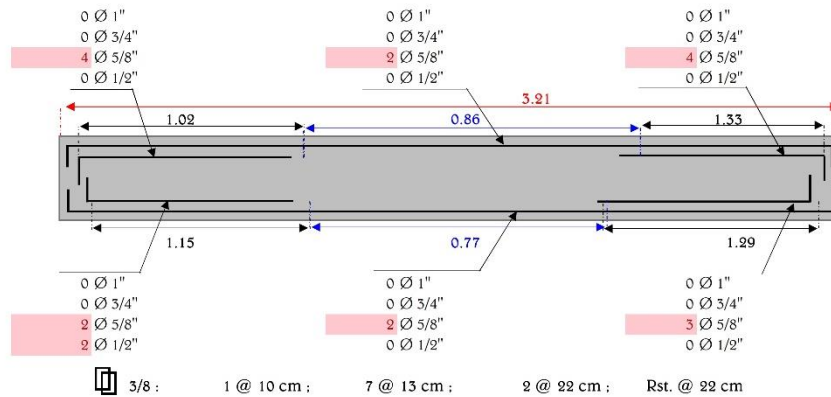
$T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $\phi = 0.85$ $A_{cp} = 1220.00 \text{ cm}^2$ $P_{cp} = 160.00 \text{ cm}$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \frac{1}{4} T_{cr} = 30.94 \rightarrow \text{Se ignora la torsión}$
---	--

6.2.0. RESISTENCIA AL MOMENTO POR TORSIÓN

$$\left(\frac{V_u}{b_w d} \right) + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right) \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2.1 \sqrt{f'_c} \right)$$

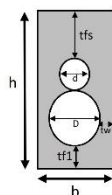
$V_u = 21.65 \text{ Tn}$ $T_u = 0.87 \text{ Tn.m}$ $V_c = 5.41 \text{ Tn}$ $\phi = 0.85$	$A_{oh} = 924.00 \text{ cm}^2$ $P_h = 128.00 \text{ cm}$ $b_w d = 704.00$ $\sqrt{f'_c} = 14.49$	$30.82 \leq 32.40 \text{ Ok!}$
---	--	--------------------------------

7.0.0. DETALLE DEL REFUERZO DE VIGA



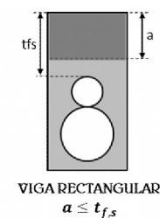
RESUMEN - DISEÑO DE VIGAS HUECAS CIRCULARES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VIGA

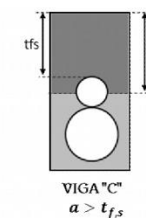


b=	30.00	cm	d=	44.00	cm
h=	50.00	cm	a'=	8.80	cm
			rec.=	4.00	cm
bw=	16.00	cm	Ag=	1320.00	cm ²
tf,s=	20.00	cm	Acp=	1220.00	cm ²
tf,i=	10.00	cm	bw*d=	704.00	cm ²
tw=	8.00	cm			

f _c =	210	kg/cm ²
F _y =	4200	kg/cm ²
β ₁ =	0.85	
Ø flx=	0.90	
As,min=	2.95	cm ²
ρ b=	2%	
As, max=	19.83	cm ²



VIGA RECTANGULAR
 $a \leq t_{f,s}$



VIGA "C"
 $a > t_{f,s}$

2. RESUMEN DISEÑO DE VIGAS

VIGA	NUDO	L	a	Tf,s	a < Tf,s	M (-)	M (+)	As (-)	As (+)	V _i	V _d	ESTRIBO	S	Tu	1/4 Tcr	Tu < 1/4 Tcr
C.HC V- 101	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.HC V- 102	A	2	6.44	20	Ok	12.36	11.73	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	Claro	2	6.44	20	Ok	3.16	2.06	2 Ø 3/4"	2 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
	B	2	6.44	20	Ok	12.65	11.84	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	14.72	14.31	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.47	30.94	Ok
C.HC V- 103	A	3.77	6.5	20	Ok	12.76	8.25	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	Claro	3.77	6.5	20	Ok	3.19	3.19	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
	B	3.77	6.5	20	Ok	12.43	7.98	3 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	10.08	9.87	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.36	30.94	Ok
C.HC V- 104	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.HC V- 105	A	2	5.27	20	Ok	10.50	8.50	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	Claro	2	5.27	20	Ok	2.63	2.63	2 Ø 3/4"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
	B	2	5.27	20	Ok	10.36	8.23	2 Ø 3/4" + 1 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	11.50	11.47	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	3.68	30.94	Ok
C.HC V- 106	A	2.52	8.63	20	Ok	16.50	14.61	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	Claro	2.52	8.63	20	Ok	4.13	4.13	2 Ø 3/4"	2 Ø 3/4"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
	B	2.52	8.63	20	Ok	16.02	14.21	4 Ø 3/4"	2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	16.70	17.87	Ø 3/8"	1@10; 9@10; 2@15 Rst. @20	8.94	30.94	Ok
C.HC V- 107	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

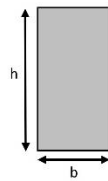
C.HC ▽- 108	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 109	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HC ▽- 110	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HC ▽- 111	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 112	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 113	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 114	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 115	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 116	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 117	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HC ▽- 118	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.12	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HC ▽- 119	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 120	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HC ▽- 121	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok

C.HC ▽- 122	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.HC ▽- 123	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.HC ▽- 124	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HC ▽- 125	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HC ▽- 126	A	2.77	2.93	20	Ok	4.31	4.12	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	Claro	2.77	2.93	20	Ok	1.50	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
	B	2.77	2.93	20	Ok	6.00	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.64	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	0.21	30.94	Ok
C.HC ▽- 127	A	4.66	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	Claro	4.66	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
	B	4.66	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	7.88	6.41	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.78	30.94	Ok
C.HC ▽- 128	A	2.77	3.03	20	Ok	6.09	2.03	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	Claro	2.77	3.03	20	Ok	1.55	2.06	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
	B	2.77	3.03	20	Ok	6.20	3.69	3 Ø 1/2"	3 Ø 1/2"	6.78	6.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.89	30.94	Ok
C.HC ▽- 129	A	2	4.28	20	Ok	8.63	7.36	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	Claro	2	4.28	20	Ok	2.16	2.16	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
	B	2	4.28	20	Ok	7.11	6.44	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	8.45	8.47	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	3.57	30.94	Ok
C.HC ▽- 130	A	4.96	5.89	20	Ok	11.66	8.62	4 Ø 5/8"	3 Ø 5/8"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.89	20	Ok	2.92	2.92	2 Ø 5/8"	2 Ø 5/8"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
	B	4.96	5.89	20	Ok	10.23	8.30	2 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 5/8" + 1 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	1.85	30.94	Ok
C.HC ▽- 131	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 132	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 133	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 134	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
C.HC ▽- 135	A	4.96	5.94	20	Ok	11.29	3.94	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	Claro	4.96	5.94	20	Ok	2.94	2.94	2 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok
	B	4.96	5.94	20	Ok	11.75	3.92	4 Ø 5/8"	3 Ø 1/2"	9.65	9.14	Ø 3/8"	1@10; 7@13; Rst. @20	2.69	30.94	Ok

**ANEXO N°03: ANÁLISIS COMPARATIVOS SEGÚN TIPO DE VIGAS
EQUIVALENCIA DE SECCIONES**

TEMA: Equivalencia de secciones
EDIFICIO: A - B - C
TIPO DE VIGA: Viga llena - Viga hueca rectangular - Viga hueca circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE VIGA CONCENCIONAL



$b = 30 \text{ cm}$
 $h = 50 \text{ cm}$
 $I_1 = 312500.00 \text{ cm}^4$
 $A_1 = 1500.00 \text{ cm}^2$

CONCRETO

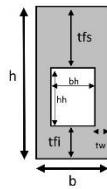
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
 $u = 0.2$

ACERO

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 2.00E+06 \text{ kg/cm}^2$

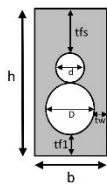
2.0. CARACTERÍSTICAS DE VIGAS HUECAS

2.1. SECCIÓN HUECA-RECTANGULAR



$b = 30 \text{ cm} \rightarrow b_h = 14 \text{ cm}$
 $h = 50 \text{ cm} \rightarrow h_h = 20 \text{ cm}$
 $tfs = 20 \text{ cm}$
 $tfi = 10 \text{ cm}$
 $tw = 8 \text{ cm}$
 $I_2 = 294560.11 \text{ cm}^4 \rightarrow 94\% I_1$
 $A_2 = 1220.00 \text{ cm}^2 \rightarrow 81\% A_1$

2.2. SECCIÓN HUECA-CIRCULAR



$b = 30 \text{ cm}$
 $h = 50 \text{ cm}$
 $d = 7.30 \text{ cm} \rightarrow t_{fs} = 21.30 \text{ cm} \text{ Ok}$
 $D = 11.40 \text{ cm}$
 $t_{fo} = 10 \text{ cm} \rightarrow t_{fi} = 10.00 \text{ cm} \text{ Ok}$
 $tw_o = 8 \text{ cm} \rightarrow tw_1 = 9.30 \text{ cm} \text{ Ok}$
 $I_3 = 302041.81 \text{ cm}^4 \rightarrow 97\% I_1$
 $A_3 = 1356.08 \text{ cm}^2 \rightarrow 90\% A_1$

3.0. RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LAS DISTINTAS VIGAS

	V. LLENA	V.H. RECTANGULAR	V.H. CIRCULAR
b	30 cm	30 cm	30 cm
h	50 cm	50 cm	50 cm
tfs	-	20.00 cm	21.30 cm
tw	-	8.00 cm	9.30 cm
I	312500 cm ⁴	294560 cm ⁴	302042 cm ⁴
A	1500 cm ²	1220 cm ²	1356 cm ²
Vn	51.84 Tn	27.65 Tn	32.14 Tn
Tu	46768.65	30937.98	38224.36

CARGAS PARA EL MODELAMIENTO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

A-LL

TEMA: CARGAS PARA EL MODELAMIENTO
EDIFICIO: A - B - C
TIPO DE VIGA: Viga llena - Viga hueca rectangular - Viga hueca circular

0.0 . Cero

1.0.0 . Metrado de cargas

1.1. Cargas muertas (CM)

Muros:

h= 2.60 m
e= 0.15 m
P.U= 1.35 Tn/m³
C.M muro: 0.53 Tn/m

Alféizar:

h= 1.20 m
e= 0.15 m
P.U= 1.35 Tn/m³
C.M alféizar: 0.24 Tn/m

Acabados:

e= 6.00 cm
P.U= 0.020 Tn/m² * c/cm de espesor
C.M acabados: 0.048 Tn/m

Ladr. Techo

P.U= 0.01 Tn/unid
C.M ladr. muro: 0.026 Tn/m

1.2. Cargas vivas (CV)

Sobre Cargas

s/c típica: 0.20 Tn/m²
→ 0.08 Tn/m
s/c azotea: 0.10 Tn/m²
→ 0.04 Tn/m

2.0.0 . Cargas en elementos

	DEAD	LIVE	LIVE UP
V borde:	0.243 Tn/m	-	-
Vigueta:	0.074 Tn/m	0.080 Tn/m	0.040 Tn/m
V muro:	0.527 Tn/m	-	-
V perm.:	0.527 Tn/m	-	-
Escal.:	0.120 Tn/m ²	0.200 Tn/m ²	-

ANÁLISIS COMPARATIVO N°3.1: EDIFICIO A

DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO A - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

A-LL

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (A) - Mz. F. Lt. 22 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: Viga Hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

• Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
• Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Discont. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrm.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diatr.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.41 Ty = 0.41
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 189.10 Tn SDy = 189.10 Tn
Sex = 210.11 Tn Sey = 210.11 Tn
% = 90.00% Ob! % = 90.00% Ob!
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

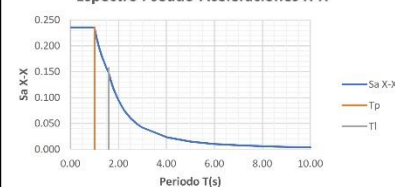
6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vtx = 189.10 Tn Vty = 189.10 Tn
Vcol = 119.05 Tn Vcol = 110.16 Tn
Vmuros = 70.07 Tn Vmuros = 78.94 Tn
% Muros = 37% % Muros = 43%
Sist. Estr. = Dual T.II Sist. Estr. = Dual T.II

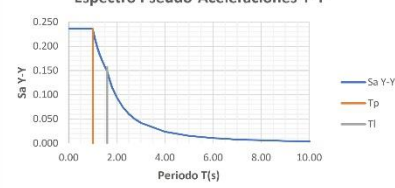
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.25	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (A) - Mz. F; Lt. 22 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: Viga Hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

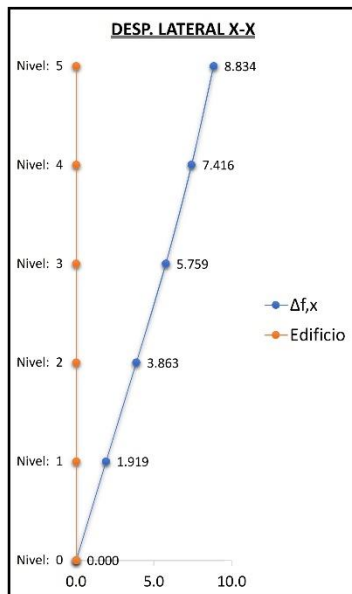
EDIFICIO:

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

	X-X					
PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva	VERIF.
1	445	0.487	1.919	1.919	0.0043	Ob!
2	280	0.981	3.863	1.944	0.0069	Ob!
3	280	1.463	5.759	1.897	0.0068	Ob!
4	280	1.885	7.416	1.657	0.0059	Ob!
5	280	2.245	8.834	1.417	0.0051	Ob!



1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL:

☒ Concreto Armado

☐ Acero

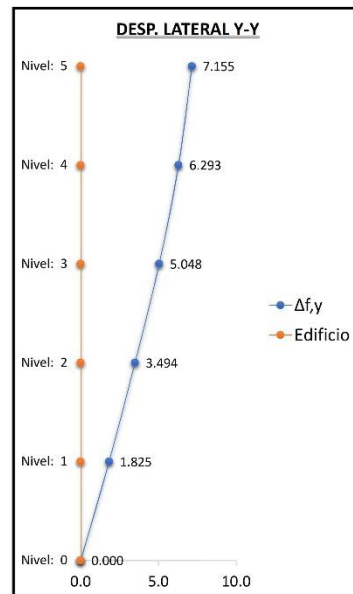
☐ Albañilería

☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

	Y-Y					
PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva	VERIF.
1	445	0.464	1.825	1.825	0.0041	Ob!
2	280	0.887	3.494	1.668	0.0060	Ob!
3	280	1.282	5.048	1.554	0.0056	Ob!
4	280	1.598	6.293	1.245	0.0044	Ob!
5	280	1.817	7.155	0.862	0.0031	Ob!



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO A - V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

A-HR

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (A) - Mz. F; Lt. 22 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: V.HR

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

• Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
• Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Discont. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrm.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diatr.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.41 Ty = 0.41
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

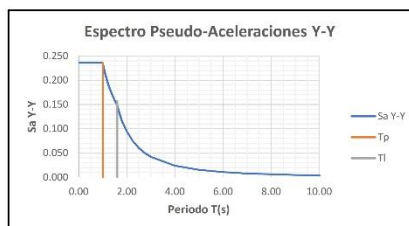
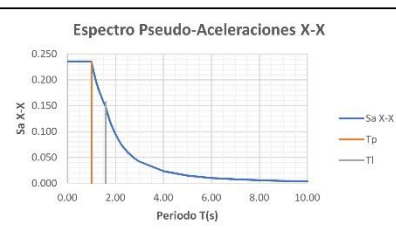
SDx = 180.62 Tn SDy = 180.62 Tn
Sex = 200.69 Tn Sey = 200.69 Tn
% = 90.00% Ob! % = 90.00% Ob!
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vtx = 180.62 Tn Vty = 180.62 Tn
Vcol = 78.22 Tn Vcol = 104.95 Tn
Vmuros = 102.40 Tn Vmuros = 75.69 Tn
% Muros = 57% % Muros = 49%
Sist. Estr. = Dual T.II Sist. Estr. = Dual T.II

4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.25	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (A) - Mz. F; Lt. 99 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: V.HR

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

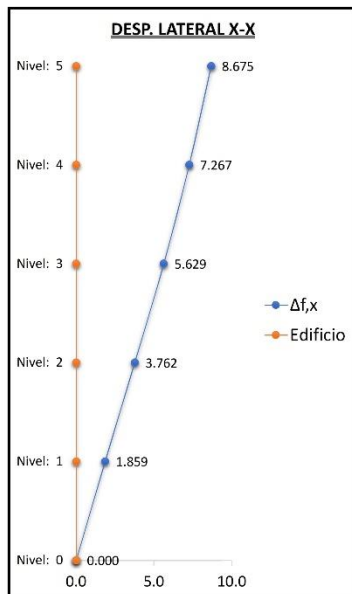
EDIFICIO:

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

		X-X				
	PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva
97%	1	445	0.472	1.859	1.859	0.0042
60%	2	280	0.955	3.762	1.903	0.0068
97%	3	280	1.429	5.629	1.867	0.0067
84%	4	280	1.846	7.967	1.658	0.0059
72%	5	280	2.203	8.675	1.409	0.0050



1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

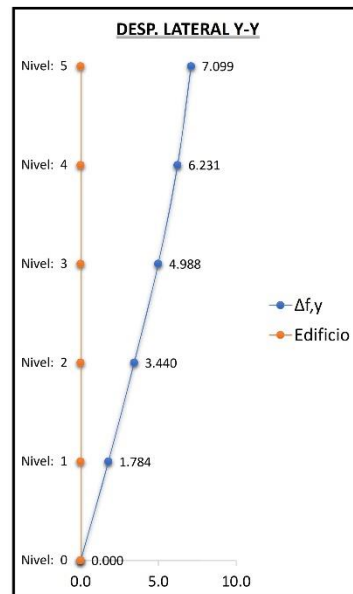
MATERIAL:

☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Albañilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

		Y-Y				
	PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva
84%	1	445	0.453	1.784	1.784	0.0040
57%	2	280	0.874	3.440	1.655	0.0059
84%	3	280	1.267	4.988	1.548	0.0055
70%	4	280	1.582	6.231	1.243	0.0044
63%	5	280	1.803	7.099	0.867	0.0031



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO A - V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

A-HC

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (A) - Mz. F, Lt. 22 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORIA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

• Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
• Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Discont. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrm.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diatr.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.41 Ty = 0.41
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 184.77 Tn = 184.77 SDy = 184.77 Tn = 184.77
Sex = 205.30 Tn = 205.30 Sey = 205.30 Tn = 205.30
% = 90.00% Ob! % = 90.00% Ob!
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

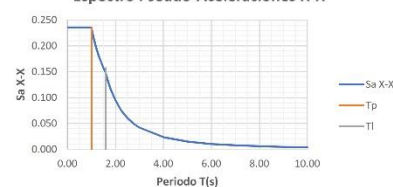
6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vtx = 184.77 Tn = 184.77 Vty = 184.77 Tn = 184.77
Vcol = 80.28 Tn = 80.28 Vcol = 104.40 Tn = 104.40
Vmuros = 104.50 Tn = 80.57 Vmuros = 80.57 Tn = 80.57
% Muros = 57% % Muros = 43%
Sist. Estr. = Dual T.II Sist. Estr. = Dual T.II

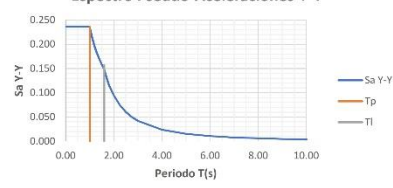
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.25	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (A) - Mz. F, Lt. 22 - Urb. El Obelisco - JLO
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

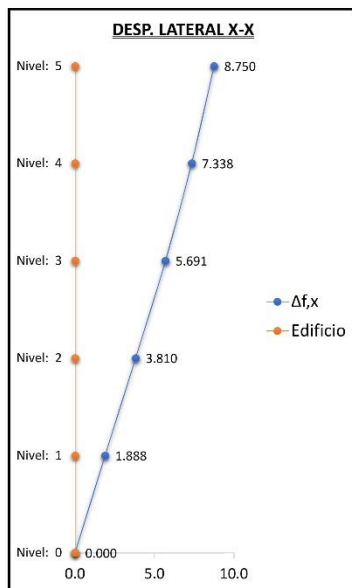
EDIFICIO: 0.75

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Ref.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.480	1.888	1.888	0.0042	Ok!
2	280	0.968	3.810	1.922	0.0069	Ok!
3	280	1.445	5.691	1.881	0.0067	Ok!
4	280	1.865	7.338	1.646	0.0059	Ok!
5	280	2.222	8.750	1.412	0.0050	Ok!



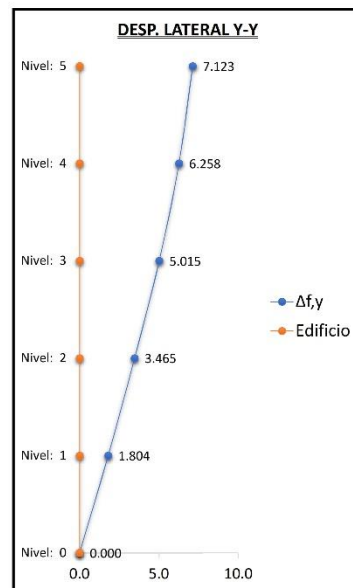
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL:
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Albarilería
☐ MDT

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Ref.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.458	1.804	1.804	0.0041	Ok!
2	280	0.880	3.465	1.661	0.0059	Ok!
3	280	1.274	5.015	1.551	0.0055	Ok!
4	280	1.589	6.258	1.243	0.0044	Ok!
5	280	1.809	7.123	0.864	0.0031	Ok!



EDIFICIO A – RESUMEN DE COMPARACIONES

TEMA: COMPARACIONES DE EDIFICIOS CON DISTINTOS TIPOS DE VIGA
EDIFICIO: A - J.L.O
TIPO DE VIGA: Viga llena - Viga hueca rectangular - Viga hueca circular

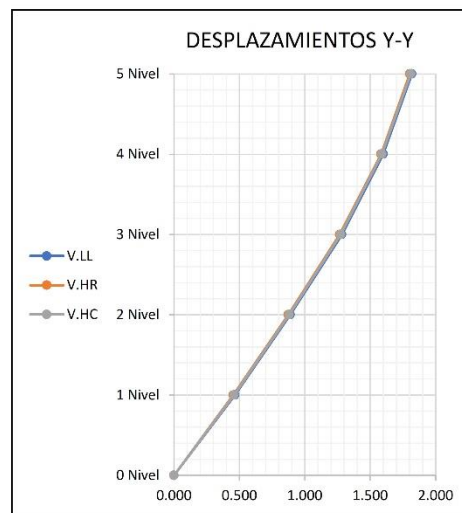
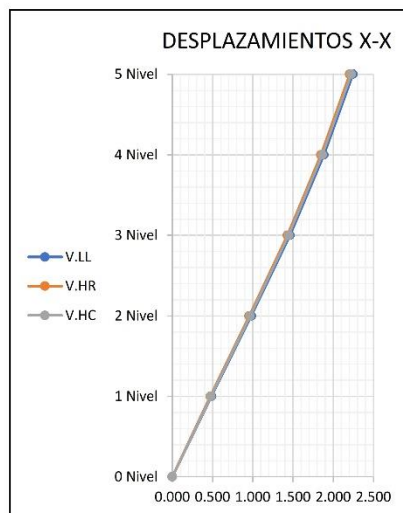
1.0 . PESO SÍSMICO DE EFICIOS

	V.LL		V.HR		V.HC	
	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel
5° NIVEL:	206.92 Tn	206.92 Tn	198.20 Tn	198.20 Tn	202.47 Tn	202.47 Tn
4° NIVEL:	405.94 Tn	199.02 Tn	389.42 Tn	191.22 Tn	397.50 Tn	195.04 Tn
3° NIVEL:	604.96 Tn	199.02 Tn	580.64 Tn	191.22 Tn	592.54 Tn	195.04 Tn
2° NIVEL:	803.98 Tn	199.02 Tn	771.86 Tn	191.22 Tn	787.58 Tn	195.04 Tn
1° NIVEL:	1033.83 Tn	229.84 Tn	993.91 Tn	222.05 Tn	1013.44 Tn	225.87 Tn
P. Total:		1033.83 Tn		993.91 Tn		1013.44 Tn



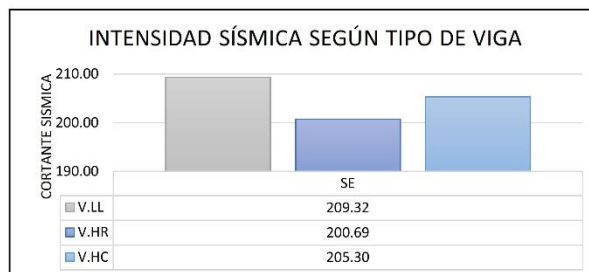
2.0 . DESPLAZAMIENTOS LATERALES POR NIVEL

	V.LL		V.HR		V.HC	
	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y
0 Nivel	0	0	0	0	0	0
1 Nivel	0.487	0.464	0.472	0.453	0.480	0.458
2 Nivel	0.981	0.887	0.955	0.874	0.968	0.880
3 Nivel	1.463	1.282	1.429	1.267	1.445	1.274
4 Nivel	1.883	1.598	1.846	1.582	1.863	1.589
5 Nivel	2.243	1.817	2.203	1.803	2.222	1.809



3.0 . FUERZA SISMICA

	V.LL		V.HR		V.HC	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
SE	209.32	209.32	200.69	200.69	205.30	205.30
SD	188.39	188.39	180.62	180.62	184.77	184.77

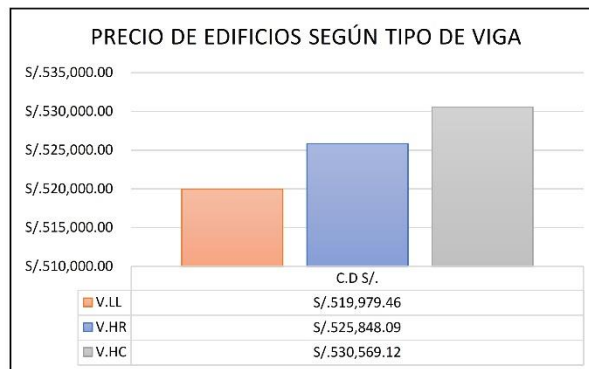


4.0 . PRECIO DE EDIFICIOS

####

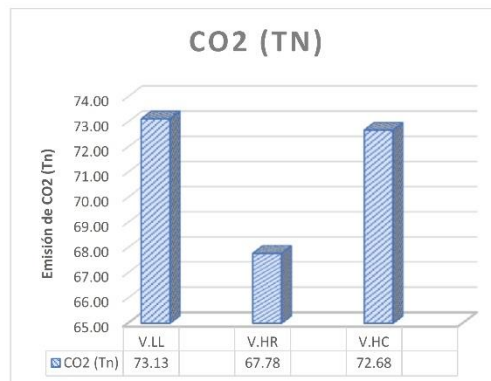
		V.LL		V.HR		V.HC
C.D S/.	S/.	519,979.46	S/.	525,848.09	S/.	530,569.12
Δ (%)		100.00%		101.13%		102.04%

P. VIGAS S/.	S/.	90,914.64	S/.	96,783.27	S/.	101,504.30
Δ (%)		100.00%		106.46%		111.65%



5.0 . HUELLA DE CARBONO

	V.LL	V.HR	V.HC
CO ₂ (Tn)	73.13	67.78	72.68
Δ (%)	100.00%	92.68%	99.38%



ANÁLISIS COMPARATIVO N°3.2: EDIFICIO B

DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO B - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

B-LL

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (B) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga Llena

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S2 - Suelos Intermedios
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

• Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
• Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y
• Disc. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrim.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diáfr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.37 Ty = 0.37
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.225 Coef. Vy = 0.225

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 179.03 Tn SDy = 179.04 Tn
Sex = 198.95 Tn Sey = 198.95 Tn
% = 90.00% I.c % = 90.00% Ok!
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

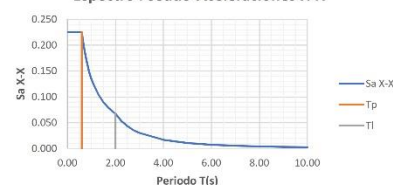
6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vtx = 179.03 Tn Vty = 179.04 Tn
Vcol = 81.57 Tn Vcol = 125.21 Tn
Vmuros = 97.46 Tn Vmuros = 53.85 Tn
% Muros = 54% % Muros = 30%
Sist. Estr. = Dual T.II Sist. Estr. = Dual T.II

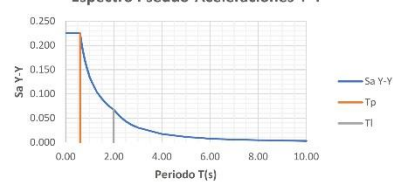
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.225	0.00	0.225
2.50	0.02	0.225	0.02	0.225
2.50	0.04	0.225	0.04	0.225
2.50	0.06	0.225	0.06	0.225
2.50	0.08	0.225	0.08	0.225
2.50	0.10	0.225	0.10	0.225
2.50	0.12	0.225	0.12	0.225
2.50	0.14	0.225	0.14	0.225
2.50	0.16	0.225	0.16	0.225
2.50	0.18	0.225	0.18	0.225
2.50	0.20	0.225	0.20	0.225
2.50	0.25	0.225	0.25	0.225
2.50	0.30	0.225	0.30	0.225
2.50	0.35	0.225	0.35	0.225
2.50	0.40	0.225	0.40	0.225
2.50	0.45	0.225	0.45	0.225
2.50	0.50	0.225	0.50	0.225
2.50	0.55	0.225	0.55	0.225
2.50	0.60	0.225	0.60	0.225
2.31	0.65	0.208	0.65	0.208
2.14	0.70	0.195	0.70	0.195
2.00	0.75	0.180	0.75	0.180
1.88	0.80	0.169	0.80	0.169
1.76	0.85	0.159	0.85	0.159
1.67	0.90	0.150	0.90	0.150
1.58	0.95	0.142	0.95	0.142
1.50	1.00	0.135	1.00	0.135
1.36	1.10	0.123	1.10	0.123
1.25	1.20	0.113	1.20	0.113
1.15	1.30	0.104	1.30	0.104
1.07	1.40	0.096	1.40	0.096
1.00	1.50	0.090	1.50	0.090
0.94	1.60	0.084	1.60	0.084
0.88	1.70	0.079	1.70	0.079
0.83	1.80	0.075	1.80	0.075
0.79	1.90	0.071	1.90	0.071
0.75	2.00	0.068	2.00	0.068
0.59	2.25	0.053	2.25	0.053
0.48	2.50	0.045	2.50	0.045
0.40	2.75	0.036	2.75	0.036
0.33	3.00	0.030	3.00	0.030
0.19	4.00	0.017	4.00	0.017
0.12	5.00	0.011	5.00	0.011
0.08	6.00	0.008	6.00	0.008
0.06	7.00	0.006	7.00	0.006
0.05	8.00	0.004	8.00	0.004
0.04	9.00	0.003	9.00	0.003
0.03	10.00	0.003	10.00	0.003

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (b) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga Llena

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

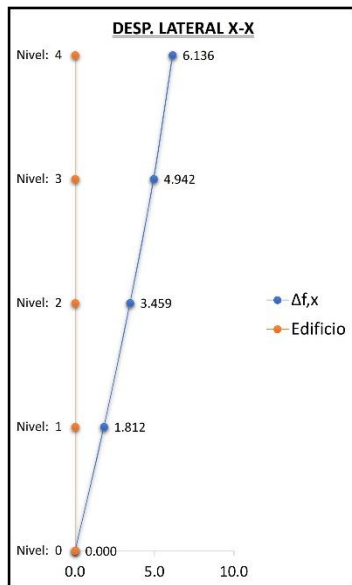
EDIFICIO: 0.778

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

X-X						
PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva	VERIF.
1	445	0.460	1.812	1.812	0.0041	Obl
2	280	0.878	3.459	1.646	0.0059	Obl
3	280	1.255	4.942	1.483	0.0053	Obl
4	280	1.558	6.136	1.194	0.0043	Obl



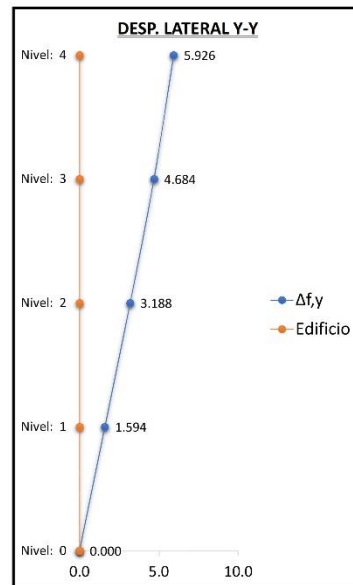
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Albalilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

Y-Y						
PISO	ALTURA (cm)	U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)	D-Rel.	Deriva	VERIF.
1	445	0.405	1.594	1.594	0.0036	Obl
2	280	0.810	3.188	1.594	0.0057	Obl
3	280	1.190	4.684	1.497	0.0055	Obl
4	280	1.505	5.926	1.241	0.0044	Obl



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO B - V.HR



*OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA*

B-HR

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (B) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga Hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S2 - Suelos intermedios
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

- Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
- Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y
• Discont. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x= 0.75 Ia.y= 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrim.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diafr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paraf.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y

Ip.x= 1.00 Ip.y= 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx= 0.37 Ty= 0.37
Cx= 2.5 Cy= 2.5
Coef. Vx= 0.225 Coef. Vy= 0.225

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx= 171.79 Tn SDy= 171.79 Tn
Sex= 190.87 Tn Sey= 190.87 Tn
%= 90.00% **Ok!** %= 90.00% **Ok!**
f.c= 1.0000 f.c= 1.0000

6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

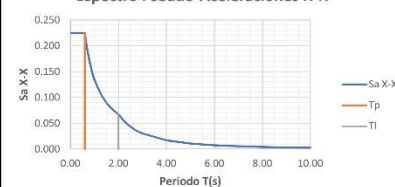
Vlx= 171.79 Tn Vly= 171.79 Tn
Vcol= 80.81 Tn Vcol= 102.64 Tn
Vmuros= 90.98 Tn Vmuros= 69.14 Tn
% Muros= 53% % Muros= 40%

Sist. Estr.= Dual T.II Sist. Estr.= Dual T.II

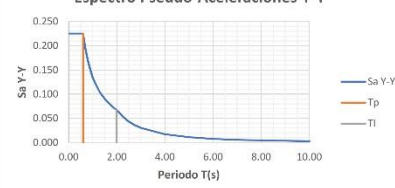
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.225	0.00	0.225
2.50	0.02	0.225	0.02	0.225
2.50	0.04	0.225	0.04	0.225
2.50	0.06	0.225	0.06	0.225
2.50	0.08	0.225	0.08	0.225
2.50	0.10	0.225	0.10	0.225
2.50	0.12	0.225	0.12	0.225
2.50	0.14	0.225	0.14	0.225
2.50	0.16	0.225	0.16	0.225
2.50	0.18	0.225	0.18	0.225
2.50	0.20	0.225	0.20	0.225
2.50	0.25	0.225	0.25	0.225
2.50	0.30	0.225	0.30	0.225
2.50	0.35	0.225	0.35	0.225
2.50	0.40	0.225	0.40	0.225
2.50	0.45	0.225	0.45	0.225
2.50	0.50	0.225	0.50	0.225
2.50	0.55	0.225	0.55	0.225
2.50	0.60	0.225	0.60	0.225
2.31	0.65	0.208	0.65	0.208
2.14	0.70	0.195	0.70	0.195
2.00	0.75	0.180	0.75	0.180
1.88	0.80	0.169	0.80	0.169
1.76	0.85	0.159	0.85	0.159
1.67	0.90	0.150	0.90	0.150
1.58	0.95	0.142	0.95	0.142
1.50	1.00	0.135	1.00	0.135
1.36	1.10	0.123	1.10	0.123
1.25	1.20	0.113	1.20	0.113
1.15	1.30	0.104	1.30	0.104
1.07	1.40	0.096	1.40	0.096
1.00	1.50	0.090	1.50	0.090
0.94	1.60	0.084	1.60	0.084
0.88	1.70	0.079	1.70	0.079
0.83	1.80	0.075	1.80	0.075
0.79	1.90	0.071	1.90	0.071
0.75	2.00	0.068	2.00	0.068
0.59	2.25	0.053	2.25	0.053
0.48	2.50	0.043	2.50	0.043
0.40	2.75	0.036	2.75	0.036
0.33	3.00	0.030	3.00	0.030
0.19	4.00	0.017	4.00	0.017
0.12	5.00	0.011	5.00	0.011
0.08	6.00	0.008	6.00	0.008
0.06	7.00	0.006	7.00	0.006
0.05	8.00	0.004	8.00	0.004
0.04	9.00	0.003	9.00	0.003
0.03	10.00	0.003	10.00	0.003

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (b) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

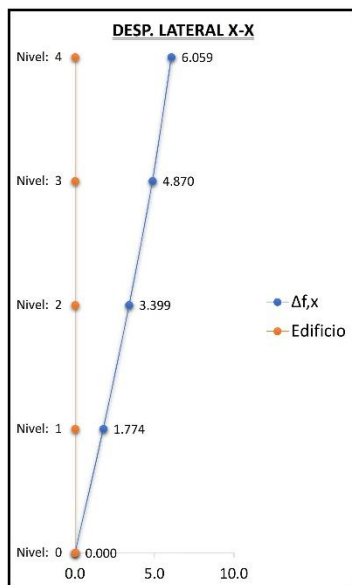
EDIFICIO: 0.73

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.451	1.774	1.774	0.0040	Ok!
2	280	0.865	3.399	1.625	0.0058	Ok!
3	280	1.257	4.870	1.471	0.0053	Ok!
4	280	1.539	6.059	1.189	0.0042	Ok!



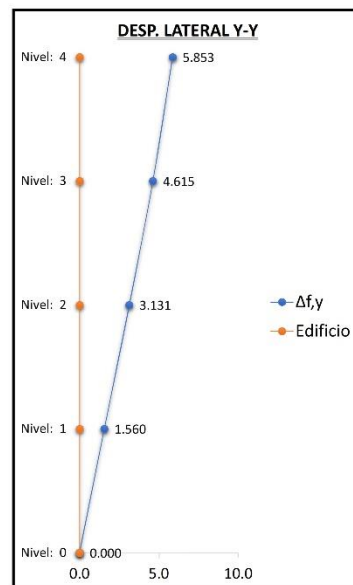
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Alhilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.396	1.560	1.560	0.0035	Ok!
2	280	0.795	3.131	1.579	0.0056	Ok!
3	280	1.172	4.615	1.485	0.0053	Ok!
4	280	1.486	5.853	1.258	0.0044	Ok!



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO B - V.HC



*OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA*

B-HC

Tesista: Briones Samané, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: (B) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S2 - Suelos intermedios
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00

1.3. CATEGORIA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

• Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
• Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75	<input checked="" type="checkbox"/> 0.75
• I. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y
• Discont. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00

Ia.x= 0.75 Ia.y= 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• I. Torsional	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• I. Tors. Extrim.	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00
• Disc. Diafr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	<input type="checkbox"/> 1.00
• Sist. No paraf.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X	<input type="checkbox"/> Dir. Y-Y

Ip.x= 1.00 Ip.y= 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.05
Tp: 0.60
Tl: 2.00
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx= 0.37 Ty= 0.37
Cx= 2.5 Cy= 2.5
Coef. Vx= 0.225 Coef. Vy= 0.225

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx= 175.33 Tn SDy= 175.33 Tn
Sex= 194.81 Tn Sey= 194.81 Tn
%= 90.00% **Ok!** %= 90.00% **Ok!**
f.c= 1.0000 f.c= 1.0000

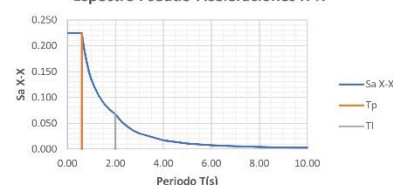
6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vlx= 175.33 Tn Vly= 175.33 Tn
Vcol= 81.87 Tn Vcol= 104.62 Tn
Vmuros= 95.46 Tn Vmuros= 70.71 Tn
% Muros= 53% % Muros= 40%
Sist. Estr.= Dual T.II Sist. Estr.= Dual T.II

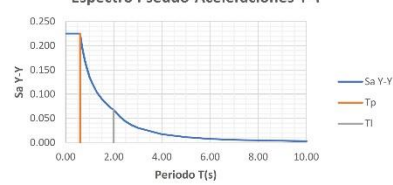
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.225	0.00	0.225
2.50	0.02	0.225	0.02	0.225
2.50	0.04	0.225	0.04	0.225
2.50	0.06	0.225	0.06	0.225
2.50	0.08	0.225	0.08	0.225
2.50	0.10	0.225	0.10	0.225
2.50	0.12	0.225	0.12	0.225
2.50	0.14	0.225	0.14	0.225
2.50	0.16	0.225	0.16	0.225
2.50	0.18	0.225	0.18	0.225
2.50	0.20	0.225	0.20	0.225
2.50	0.25	0.225	0.25	0.225
2.50	0.30	0.225	0.30	0.225
2.50	0.35	0.225	0.35	0.225
2.50	0.40	0.225	0.40	0.225
2.50	0.45	0.225	0.45	0.225
2.50	0.50	0.225	0.50	0.225
2.50	0.55	0.225	0.55	0.225
2.50	0.60	0.225	0.60	0.225
2.31	0.65	0.208	0.65	0.208
2.14	0.70	0.195	0.70	0.195
2.00	0.75	0.180	0.75	0.180
1.88	0.80	0.169	0.80	0.169
1.76	0.85	0.159	0.85	0.159
1.67	0.90	0.150	0.90	0.150
1.58	0.95	0.142	0.95	0.142
1.50	1.00	0.135	1.00	0.135
1.36	1.10	0.123	1.10	0.123
1.25	1.20	0.113	1.20	0.113
1.15	1.30	0.104	1.30	0.104
1.07	1.40	0.096	1.40	0.096
1.00	1.50	0.090	1.50	0.090
0.94	1.60	0.084	1.60	0.084
0.88	1.70	0.079	1.70	0.079
0.83	1.80	0.075	1.80	0.075
0.79	1.90	0.071	1.90	0.071
0.75	2.00	0.068	2.00	0.068
0.59	2.25	0.053	2.25	0.053
0.48	2.50	0.043	2.50	0.043
0.40	2.75	0.036	2.75	0.036
0.33	3.00	0.030	3.00	0.030
0.19	4.00	0.017	4.00	0.017
0.12	5.00	0.011	5.00	0.011
0.08	6.00	0.008	6.00	0.008
0.06	7.00	0.006	7.00	0.006
0.05	8.00	0.004	8.00	0.004
0.04	9.00	0.003	9.00	0.003
0.03	10.00	0.003	10.00	0.003

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: (b) - Brisas
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

EDIFICIO: 0.73

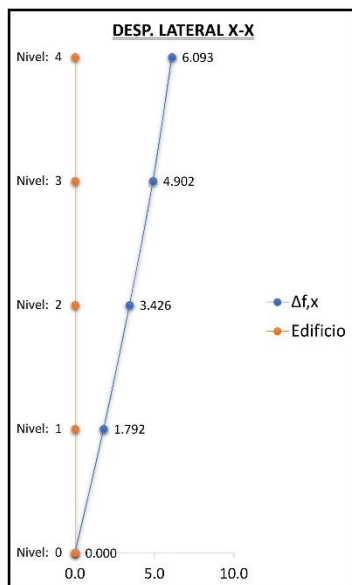
☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.455	1.792	1.792	0.0040	Ok!
2	280	0.870	3.426	1.634	0.0058	Ok!
3	280	1.245	4.902	1.476	0.0053	Ok!
4	280	1.547	6.093	1.191	0.0043	Ok!

83%
58%
83%
75%
61%



1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

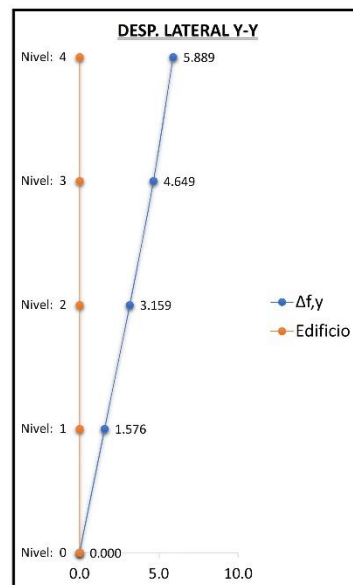
MATERIAL
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Alhilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.400	1.576	1.576	0.0035	Ok!
2	280	0.802	3.159	1.583	0.0057	Ok!
3	280	1.181	4.649	1.490	0.0053	Ok!
4	280	1.496	5.889	1.240	0.0044	Ok!

81%
51%
81%
76%
63%

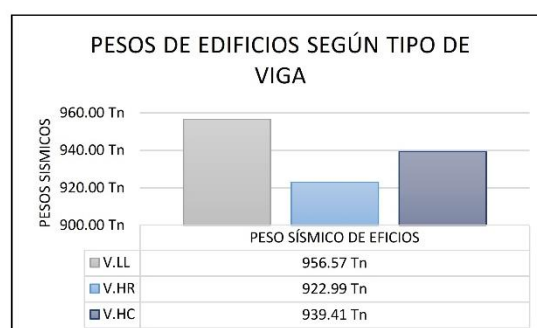


EDIFICIO B – RESUMEN DE COMPARACIONES

TEMA: COMPARACIONES DE EDIFICIOS CON DISTINTOS TIPOS DE VIGA
EDIFICIO: B - BRISAS
TIPO DE VIGA: Viga llena - Viga hueca rectangular - Viga hueca circular

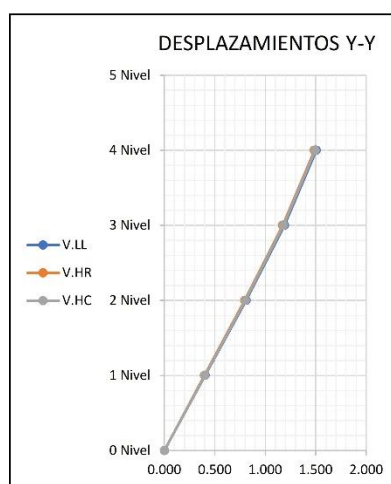
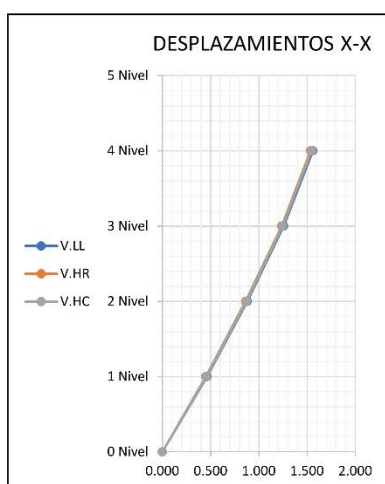
1.0 . PESO SÍSMICO DE EFICIOS

	V.LL		V.HR		V.HC	
	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel
4° NIVEL:	251.71 Tn	251.71 Tn	241.97 Tn	241.97 Tn	246.73 Tn	246.73 Tn
3° NIVEL:	496.26 Tn	244.54 Tn	477.82 Tn	235.85 Tn	486.84 Tn	240.11 Tn
2° NIVEL:	740.80 Tn	244.54 Tn	713.67 Tn	235.85 Tn	726.94 Tn	240.11 Tn
1° NIVEL:	956.57 Tn	215.77 Tn	922.99 Tn	209.32 Tn	939.41 Tn	212.47 Tn
P. Total:		956.57 Tn		922.99 Tn		939.41 Tn



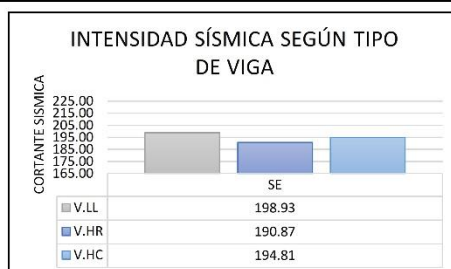
2.0. DESPLAZAMIENTOS LATERALES POR NIVEL

	V.LL		V.HR		V.HC	
	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y
0 Nivel	0	0	0	0	0	0
1 Nivel	0.460	0.405	0.451	0.396	0.455	0.400
2 Nivel	0.878	0.810	0.865	0.795	0.870	0.802
3 Nivel	1.255	1.190	1.237	1.172	1.245	1.181
4 Nivel	1.558	1.505	1.539	1.486	1.547	1.496
5 Nivel						



3.0. FUERZA SISMICA

	V.LL		V.HR		V.HC	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
SE	198.93	198.93	190.87	190.87	194.81	194.81
SD	171.97	179.04	171.78	171.78	175.33	175.33



Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

4.0 . PRECIO DE EDIFICIOS

	V.LL	V.HR	V.HC
PRECIO S/.	S/. 628,299.51	S/. 635,368.30	S/. 639,328.65
Δ (%)	100.00%	101.13%	101.76%

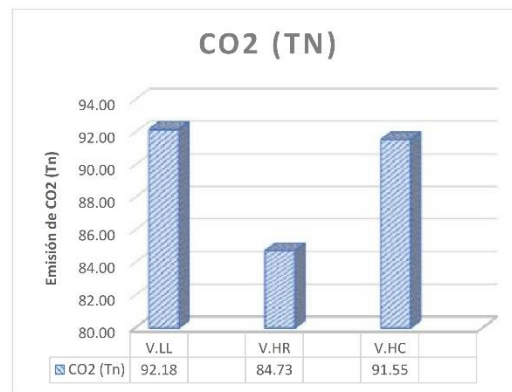
P. VIGAS S/.	S/. 112,470.54	S/. 119,539.33	S/. 123,499.68
Δ (%)	100.00%	106.29%	109.81%

####



5.0 . HUELLA DE CARBONO

	V.LL	V.HR	V.HC
CO ₂ (Tn)	92.18	84.73	91.55
Δ (%)	100.00%	91.92%	99.32%



ANÁLISIS COMPARATIVO N°3.3: EDIFICIO C

DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO C - V.LL



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C-LL

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Llena

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

- Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
- Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> Dir. X-X <input checked="" type="checkbox"/> Dir. Y-Y	0.75 0.75
• 1. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• 1. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Discort. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. Torsional	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Tors. Extrm.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Disc. Diafr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.95	5.95

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.419 Ty = 0.419
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 273.98 Tn SDy = 273.98 Tn
Sex = 304.41 Tn Sey = 304.41 Tn
% = 90.00% **Ok!** % = 90.00% **Ok!**
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vlx = 273.98 Tn Vly = 273.98 Tn
Vcol = 131.06 Tn Vcol = 114.91 Tn
Vmuros = 142.92 Tn Vmuros = 159.07 Tn
% Muros = 52% % Muros = 58%

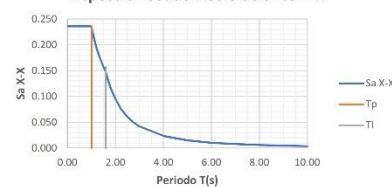
Sist. Estr. = Dual T II

Sist. Estr. = Dual T II

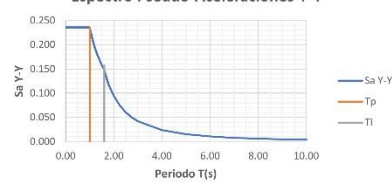
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.35	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Llena

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

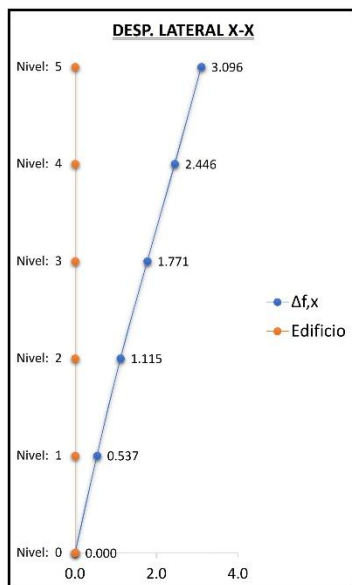
EDIFICIO: 0.73

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.136	0.537	0.537	0.0012	OK!
2	280	0.283	1.115	0.578	0.0021	OK!
3	280	0.450	1.771	0.657	0.0023	OK!
4	280	0.681	2.446	0.674	0.0024	OK!
5	280	0.786	3.096	0.650	0.0023	OK!



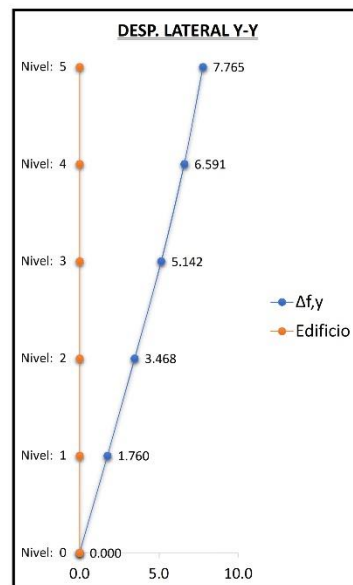
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL:
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Albahilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.447	1.760	1.760	0.0040	OK!
2	280	0.881	3.468	1.708	0.0061	OK!
3	280	1.306	5.142	1.674	0.0060	OK!
4	280	1.674	6.591	1.449	0.0052	OK!
5	280	1.972	7.765	1.174	0.0042	OK!



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO C - V.HR



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C-HR

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

- Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
- Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> Dir. X-X <input checked="" type="checkbox"/> Dir. Y-Y	0.75 0.75
• 1. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• 1. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Discort. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00

Ia,x = 0.75 Ia,y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. Torsional	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Tors. Extrim.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Disc. Diafr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00

Ip,x = 1.00 Ip,y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.95	5.95

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.41 Ty = 0.41
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 963.21 Tn SDy = 963.21 Tn
Sex = 992.45 Tn Sey = 992.45 Tn
% = 90.00% Ok! % = 90.00% Ok!
f.c = 1.0000 f.c = 1.0000

6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vlx = 963.21 Tn Vly = 963.21 Tn
Vcol = 126.13 Tn Vcol = 110.93 Tn
Vmuros = 137.07 Tn Vmuros = 152.27 Tn
% Muros = 52% % Muros = 58%

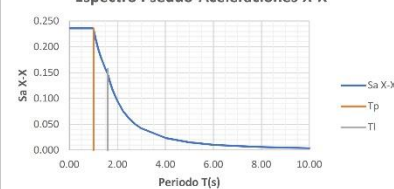
Sist. Estr. = Dual T II

Sist. Estr. = Dual T II

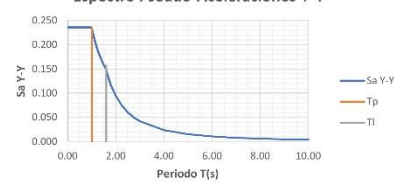
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.35	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Hueca

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

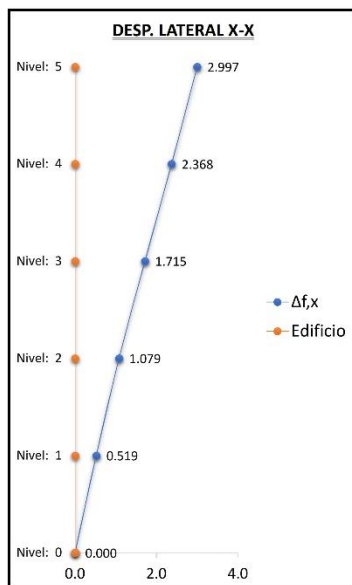
EDIFICIO: 0.73

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.132	0.519	0.519	0.0012	OK!
2	280	0.274	1.079	0.560	0.0020	OK!
3	280	0.436	1.715	0.656	0.0023	OK!
4	280	0.601	2.368	0.653	0.0023	OK!
5	280	0.761	2.997	0.629	0.0022	OK!



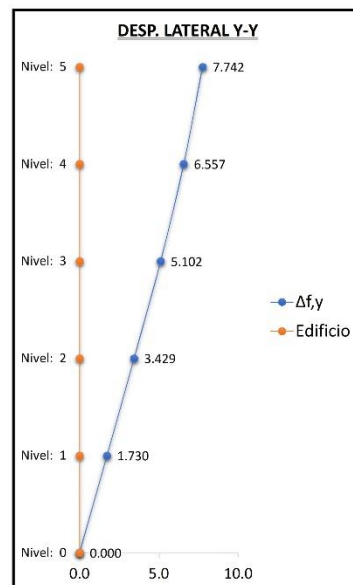
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL:
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Albahilería
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.439	1.730	1.730	0.0039	OK!
2	280	0.871	3.429	1.699	0.0061	OK!
3	280	1.296	5.102	1.673	0.0060	OK!
4	280	1.665	6.557	1.455	0.0052	OK!
5	280	1.966	7.742	1.185	0.0042	OK!



DISEÑO SÍSMICO: EDIFICIO C - V.HC



"OPTIMIZACIÓN DE EDIFICACIONES EMPLEANDO
VIGAS DE CONCRETO DE SECCIÓN HUECA"

C-HC

Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

TEMA: Diseño sísmico NORMA E.030-2014/DS-003-2016
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. ZONIFICACIÓN

Zona: 4
Z: 0.45

1.2. PERFILES DE SUELO

Perfil: S3 - Suelos blandos
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60

1.3. CATEGORÍA Y FACTOR DE USO

Categ.: C - Edif. Comunes
U: 1.00

1.4. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (Ro)

- Dirección X-X: C.A. Dual
Ro.x: 7
- Dirección Y-Y: C.A. Dual
Ro.y: 7

2.0. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

2.1. IRREGULARIDADES EN ALTURA (Ia)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. de Rig. - Piso Blando	<input checked="" type="checkbox"/> Dir. X-X <input checked="" type="checkbox"/> Dir. Y-Y	0.75 0.75
• 1. de Resist. - Piso Débil	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Extrema de Resist.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Masa o Peso	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• 1. Geom. Vertical	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Discort. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Disc. Extr. Sist. Resist.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00

Ia.x = 0.75 Ia.y = 0.75

2.2. IRREGULARIDADES EN PLANTA (Ip)

	Dir. X-X	Dir. Y-Y
• 1. Torsional	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• 1. Tors. Extrim.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Esq. Entrantes	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00
• Disc. Diafr.	<input type="checkbox"/> 2 Direcciones X-Y	1.00 1.00
• Sist. No paral.	<input type="checkbox"/> Dir. X-X <input type="checkbox"/> Dir. Y-Y	1.00 1.00

Ip.x = 1.00 Ip.y = 1.00

3.0. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES

Z: 0.45
U: 1.00
S: 1.10
Tp: 1.00
Tl: 1.60
g: 1.00 m/s²

DATOS	DIR. X-X	DIR. Y-Y
Ro	7	7
Ia	0.75	0.75
Ip	1.00	1.00
R	5.25	5.25

4.0. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Tx = 0.41 Ty = 0.41
Cx = 2.5 Cy = 2.5
Coef. Vx = 0.236 Coef. Vy = 0.236

5.0. COMPARACIÓN DE SISMOS

SDx = 968.47 Tn SDy = 968.47 Tn
Sex = 998.30 Tn Sey = 998.30 Tn
% = 90.00% Ok! % = 90.00% Ok!
f.c = 1.000 f.c = 1.000

6.0. VERIFICACIÓN DEL SIST. ESTRUCTURAL

Vlx = 968.47 Tn Vly = 968.47 Tn
Vcol = 130.40 Tn Vcol = 112.56 Tn
Vmuros = 138.07 Tn Vmuros = 155.91 Tn
% Muros = 51% % Muros = 58%

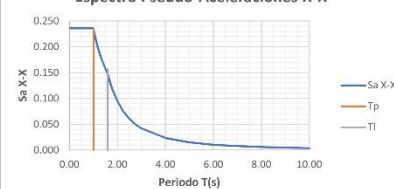
Sist. Estr. = Dual T II

Sist. Estr. = Dual T II

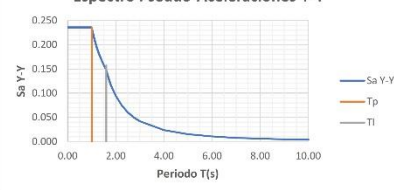
4.0. ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES

C	T	Sa X-X	T	Sa Y-Y
2.50	0.00	0.236	0.00	0.236
2.50	0.02	0.236	0.02	0.236
2.50	0.04	0.236	0.04	0.236
2.50	0.06	0.236	0.06	0.236
2.50	0.08	0.236	0.08	0.236
2.50	0.10	0.236	0.10	0.236
2.50	0.12	0.236	0.12	0.236
2.50	0.14	0.236	0.14	0.236
2.50	0.16	0.236	0.16	0.236
2.50	0.18	0.236	0.18	0.236
2.50	0.20	0.236	0.20	0.236
2.50	0.25	0.236	0.25	0.236
2.50	0.30	0.236	0.30	0.236
2.50	0.35	0.236	0.35	0.236
2.50	0.40	0.236	0.40	0.236
2.50	0.45	0.236	0.45	0.236
2.50	0.50	0.236	0.50	0.236
2.50	0.55	0.236	0.55	0.236
2.50	0.60	0.236	0.60	0.236
2.50	0.65	0.236	0.65	0.236
2.50	0.70	0.236	0.70	0.236
2.50	0.75	0.236	0.75	0.236
2.50	0.80	0.236	0.80	0.236
2.50	0.85	0.236	0.85	0.236
2.50	0.90	0.236	0.90	0.236
2.50	0.95	0.236	0.95	0.236
2.50	1.00	0.236	1.00	0.236
2.27	1.10	0.214	1.10	0.214
2.08	1.20	0.196	1.20	0.196
1.92	1.30	0.181	1.30	0.181
1.79	1.40	0.168	1.40	0.168
1.67	1.50	0.157	1.50	0.157
1.56	1.60	0.147	1.60	0.147
1.38	1.70	0.130	1.70	0.130
1.23	1.80	0.116	1.80	0.116
1.11	1.90	0.104	1.90	0.104
1.00	2.00	0.094	2.00	0.094
0.79	2.25	0.074	2.25	0.074
0.64	2.50	0.060	2.50	0.060
0.53	2.75	0.050	2.75	0.050
0.44	3.00	0.042	3.00	0.042
0.35	4.00	0.024	4.00	0.024
0.16	5.00	0.015	5.00	0.015
0.11	6.00	0.010	6.00	0.010
0.08	7.00	0.008	7.00	0.008
0.06	8.00	0.006	8.00	0.006
0.05	9.00	0.005	9.00	0.005
0.04	10.00	0.004	10.00	0.004

Espectro Pseudo-Aceleraciones X-X



Espectro Pseudo-Aceleraciones Y-Y



TEMA: Desplazamientos laterales
EDIFICIO: C - La Victoria
TIPO DE VIGA: Viga Hueca Circular

1.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

1.1. REGULARIDAD

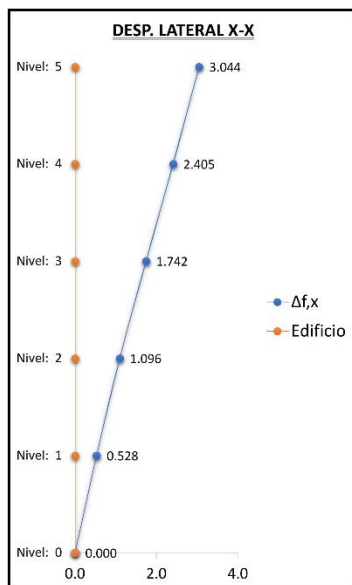
EDIFICIO: 0.73

☒ Regular ☐ Irregular

2.0. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

2.1. Desplazamiento lateral X-X

PISO	ALTURA (cm)	X-X		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.134	0.528	0.528	0.0012	OK!
2	280	0.278	1.096	0.568	0.0020	OK!
3	280	0.442	1.742	0.646	0.0023	OK!
4	280	0.611	2.405	0.663	0.0024	OK!
5	280	0.773	3.044	0.639	0.0023	OK!



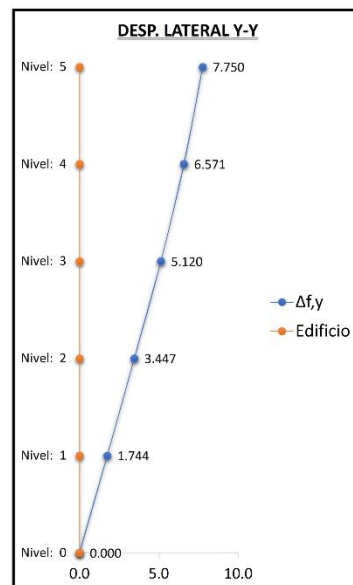
1.2. MATERIAL PREDOMINANTE

MATERIAL
☒ Concreto Armado
☐ Acero
☐ Alhambra
☐ MDL

$\Delta/h = 0.007$

2.2. Desplazamiento lateral Y-Y

PISO	ALTURA (cm)	Y-Y		D-Rel.	Deriva	VERIF.
		U1-SAP (cm)	U1-REAL (cm)			
1	445	0.443	1.744	1.744	0.0039	OK!
2	280	0.875	3.447	1.703	0.0061	OK!
3	280	1.300	5.120	1.673	0.0060	OK!
4	280	1.669	6.571	1.451	0.0052	OK!
5	280	1.968	7.750	1.179	0.0042	OK!



EDIFICIO C – RESUMEN DE COMPARACIONES

TEMA: COMPARACIONES DE EDIFICIOS CON DISTINTOS TIPOS DE VIGA
EDIFICIO: C - LA VICTORIA
TIPO DE VIGA: Viga llena - Viga hueca rectangular - Viga hueca circular

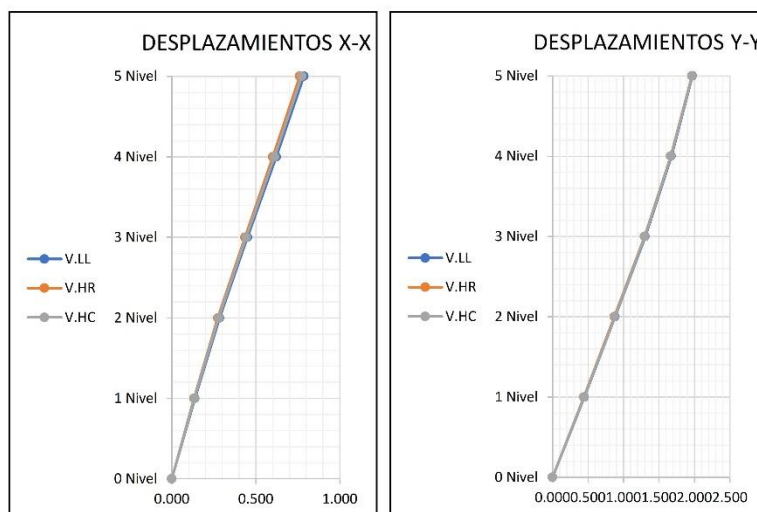
1.0 . PESO SÍSMICO DE EFICIOS

	V.LL		V.HR		V.HC	
	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel	P acum.	P nivel
5° NIVEL:	278.54 Tn	278.54 Tn	267.50 Tn	267.50 Tn	272.90 Tn	272.90 Tn
4° NIVEL:	561.50 Tn	282.96 Tn	540.55 Tn	273.05 Tn	550.80 Tn	277.89 Tn
3° NIVEL:	844.45 Tn	282.96 Tn	813.59 Tn	273.05 Tn	828.69 Tn	277.89 Tn
2° NIVEL:	1127.41 Tn	282.96 Tn	1086.64 Tn	273.05 Tn	1106.59 Tn	277.89 Tn
1° NIVEL:	1459.22 Tn	331.81 Tn	1408.58 Tn	321.94 Tn	1433.36 Tn	326.77 Tn
P. Total:		1459.22 Tn		1408.58 Tn		1433.36 Tn



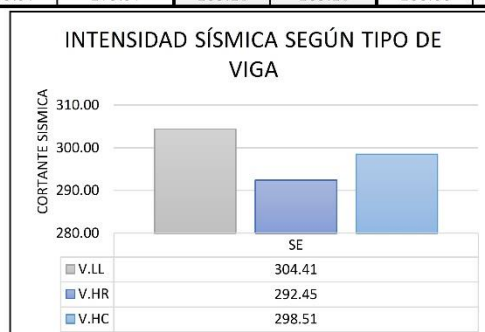
2.0 . DESPLAZAMIENTOS LATERALES POR NIVEL

	V.LL		V.HR		V.HC	
	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y	D x-x	D y-y
0 Nivel	0	0	0	0	0	0
1 Nivel	0.136	0.447	0.132	0.439	0.134	0.443
2 Nivel	0.283	0.881	0.274	0.871	0.278	0.875
3 Nivel	0.450	1.306	0.436	1.296	0.442	1.300
4 Nivel	0.621	1.674	0.601	1.665	0.611	1.669
5 Nivel	0.786	1.972	0.761	1.966	0.773	1.968



3.0 . FUERZA SISMICA

	V.LL		V.HR		V.HC	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
SE	304.41	304.41	292.45	292.45	298.51	298.51
SD	273.97	273.97	263.21	263.21	268.66	268.66



Tesista: Briones Samamé, César Danny H.

4.0 . PRECIO DE EDIFICIOS

	V.LL	V.HR	V.HC
PRECIO S/.	S/. 809,351.79	S/. 817,357.46	S/. 824,917.77
Δ (%)	100.00%	100.99%	101.92%

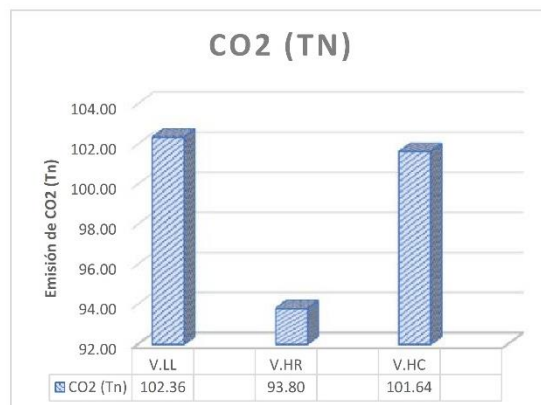
P. VIGAS S/.	S/. 128,846.97	S/. 136,852.64	S/. 144,412.95
Δ (%)	100.00%	106.21%	112.08%

#####



5.0 . HUELLA DE CARBONO

	V.LL	V.HR	V.HC
CO ₂ (Tn)	102.36	93.80	101.64
Δ (%)	100.00%	91.64%	99.30%



ANEXO N°04: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
E.M.S. N° 4.1: EDIFICIO A

E.M.S. N° 4.2: EDIFICIO B

E.M.S. N° 4.3: EDIFICIO C

ANEXO N°05: ANÁLISIS ECONÓMICO – P.U

Partida LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	400.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	0.31
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	0.0200	15.15	0.30
				0.30	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.30	0.01
				0.01	

Partida TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR					
Rendimiento	200.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	3.36
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	3.0000	0.1200	15.15	1.82
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	20.76	0.83
				2.65	
Materiales					
TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	20.00	0.40
				0.40	
Equipos					
NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0050	60.00	0.30
CORDEL	rl		0.0015	5.00	0.01
				0.31	

Partida EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN					
Rendimiento	3.50 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	35.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	2.2857	15.15	34.63
				34.63	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	34.63	1.04
				1.04	

Partida PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA					
Rendimiento	126.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	2.36
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	0.0667	15.15	1.01
				1.01	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0667	13.00	0.87
				0.87	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	1.01	0.03
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA	hm	1.0000	0.0667	6.79	0.45
				0.48	

Partida RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO					
Rendimiento	4.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	134.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	2.0000	4.0000	15.15	60.60
				60.60	
Materiales					
AFIRMADO	m3		1.3000	45.00	58.50
				58.50	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	60.60	1.82
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA	hm	1.0000	2.0000	6.79	13.58
				15.40	

Partida ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	6.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	20.81
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	1.3333	15.15	20.20
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	20.20	0.61
				0.61	

Partida ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM					
Rendimiento	65.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	28.31
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos					
RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.1231	130.00	16.00
CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.1231	100.00	12.31
				28.31	

Partida SOLADO e=2", C:H 1:2					
Rendimiento	80.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	42.47
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	20.76	4.15
OFICIAL	hh	3.0000	0.3000	16.83	5.05
PEON	hh	6.0000	0.6000	15.15	9.09
				18.29	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0500	13.00	0.65
HORMIGON	m3		0.1100	50.00	5.50
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.8000	21.00	16.80
				22.95	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	18.29	0.55
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.1000	6.79	0.68
				1.23	

Partida FALSO PISO E=4", CONCRETO FC=140 KG/CM2					
Rendimiento	100.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	40.69
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	20.76	3.32
OFICIAL	hh	0.5000	0.0400	16.83	0.67
PEON	hh	6.0000	0.4800	15.15	7.27
				11.26	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0800	13.00	1.04
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0600	70.00	4.20
ARENA	m3		0.0600	45.00	2.70
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.9700	21.00	20.37
				28.31	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	11.26	0.34
REGLA DE ALUMINIO DE 1 1/2"X3"X6 m	und		0.0020	119.90	0.24
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.0800	6.79	0.54
				1.12	

Partida		LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO FC=280 KG/CM2				
Rendimiento	25.00 m3/DIA				Costo unitario directo por : m3	396.82
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.76	13.29	
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.83	10.77	
PEON	hh	8.0000	2.5600	15.15	38.78	
				62.84		
Materiales						
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30	
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27	
ARENA	m3		0.2930	45.00	13.19	
CEMENTO MS ANTISALITRE (42.5 KG)	bol		11.5600	25.10	290.16	
				329.92		
Equipos						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	62.84	1.89	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	6.79	2.17	
				4.06		

Partida LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2						
Rendimiento	250.00 kg/DIA				Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76		0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15		0.24
				0.90		
Materiales						
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85		3.14
				3.14		
Equipos						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90		0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00		0.10
				0.13		

Partida		VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO FC=280 KG/CM2				
Rendimiento	20.00 m3/DIA				Costo unitario directo por : m3	426.03
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.76	16.61	
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.83	13.46	
PEON	hh	10.0000	4.0000	15.15	60.60	
				90.67		
Materiales						
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30	
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27	
ARENA	m3		0.2930	45.00	13.19	
CEMENTO MS ANTISALITRE (42.5 KG)	bol		11.5600	25.10	290.16	
				329.92		
Equipos						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	90.67	2.72	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	6.79	2.72	
				5.44		

Partida VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	25.00 m2/DIA				Costo unitario directo por : m2	79.59
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	3.5000	1.1200	20.76	23.25	
OFICIAL	hh	4.5000	1.4400	16.83	24.24	
PEON	hh	2.0000	0.6400	15.15	9.70	
				57.19		
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.4000	4.50	1.80	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	4.10	0.82	
MADERA TORNILLO	p2		2.5800	7.00	18.06	
				20.68		
Equipos						
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	57.19	1.72	
				1.72		

Partida VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO Fy=4200 KG/CM2					
Rendimiento	250.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76	0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15	0.24
				0.90	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00	0.10
				0.13	

Partida PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2					
Rendimiento	8.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	491.43
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	2.0000	20.76	41.52
OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	16.83	33.66
PEON	hh	10.0000	10.0000	15.15	151.50
				226.68	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.3180	45.00	14.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
				244.37	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	226.68	6.80
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	6.79	6.79
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	1.0000	6.79	6.79
				20.38	

Partida PLACA - ACERO CORRUGADO Fy=4200 KG/CM2					
Rendimiento	250.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76	0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15	0.24
				0.90	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00	0.10
				0.13	

Partida PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	12.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	64.65
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.76	13.84
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.83	11.22
PEON	hh	2.0000	1.3333	15.15	20.20
				45.26	
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1100	4.50	0.50
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1100	4.10	0.45
MADERA TORNILLO	p2		2.4400	7.00	17.08
				18.03	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	45.26	1.36
				1.36	

Partida COLUMNA - CONCRETO FC=210 KG/CM2					
Rendimiento	10.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	435.47
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	hh	10.0000	8.0000	15.15	121.20
				181.35	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.2930	45.00	13.19
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
				243.25	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	181.35	5.44
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	6.79	5.43
				10.87	

Partida COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2					
Rendimiento	250.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76	0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15	0.24
				0.90	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00	0.10
				0.13	

Partida COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	40.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	68.84
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	3.5000	0.7000	20.76	14.53
OFICIAL	hh	4.5000	0.9000	16.83	15.15
PEON	hh	2.0000	0.4000	15.15	6.06
				35.74	
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.4600	4.50	2.07
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	4.10	0.70
MADERA TORNILLO	p2		4.1800	7.00	29.26
				32.03	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	35.74	1.07
				1.07	

Partida VIGA- CONCRETO FC=210 KG/CM2					
Rendimiento	25.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	320.14
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.76	13.29
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.83	10.77
PEON	hh	10.0000	4.0000	15.15	48.48
				72.54	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.2930	45.00	13.19
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
				243.25	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	72.54	2.18
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	6.79	2.17
				4.35	

Partida VIGA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2					
Rendimiento	250.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76	0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15	0.24
				0.90	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00	0.10
				0.13	

Partida VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	36.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	80.87
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	3.0000	0.6667	20.76	13.84
OFICIAL	hh	5.0000	1.1111	16.83	18.70
PEON	hh	2.0000	0.4444	15.15	6.73
				39.27	
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1700	4.50	0.77
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.4500	4.10	1.85
MADERA TORNILLO	p2		5.4000	7.00	37.80
				40.42	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	39.27	1.18
				1.18	

Partida VIGA HUECA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2					
Rendimiento	15.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	391.93
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	20.76	22.14
OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	16.83	17.95
PEON	hh	10.0000	5.3333	15.15	80.80
				120.89	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.2500	45.00	13.19
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
ADITIVO PLASTIFICANTE	l		2.4225	8.48	20.54
				263.79	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	120.89	3.63
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1	0.5333	6.79	3.62
				7.25	

Partida VIGA HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2					
Rendimiento	200.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.42
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.76	0.83
PEON	hh	0.5000	0.0200	15.15	0.30
				1.13	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	1.13	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0400	3.00	0.12
				0.15	

Partida VIGAS HUECAS - POLIESTIRENO EXPANDIDO					
Rendimiento	7.28 m/DIA			Costo unitario directo por : m	6.69
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	0.0364	0.0400	20.76	0.83
PEON	hh	0.0182	0.0200	15.15	0.30
				1.13	
Materiales					
POLIETILENO EXPANDIDO	m		1.0500	4.66	4.89
DADOS DE CONCRETO (5x5x10cm)	und		3.3300	0.20	0.67
				5.56	

Partida VIGA HUECA - PVC COMPUESTO					
Rendimiento	7.28 m/DIA			Costo unitario directo por : m	15.81
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	0.0363	0.0400	20.76	0.83
PEON	hh	0.0182	0.0200	15.15	0.30
				1.13	
Materiales					
TUBERIA PVC-SAP C-5 DE 4" X 5 m	m		1.0000	7.27	7.27
TUBERIA PVC - SAP C-5 DE 1 1/2" x 5m	m		1.0000	6.78	6.78
CINTILLO BLANCO 370X4 8MM	und		1.0000	0.36	0.36
DADOS DE CONCRETO (5x5x10cm)	und		1.3300	0.20	0.27
				14.68	

Partida LOSA ALIGERADA - CONCRETO FC=210 KG/CM2					
Rendimiento	25.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	320.83
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.76	13.29
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.83	10.77
PEON	hh	10.0000	3.2000	15.15	48.48
				72.54	
Materiales					
GASOLINA 80 OCTANOS	gal		0.0667	13.00	0.87
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.3180	45.00	14.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
				243.94	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	72.54	2.18
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	6.79	2.17
				4.35	

Partida LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	36.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	67.94
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	3.0000	0.6667	20.76	13.84
OFICIAL	hh	4.0000	0.8889	16.83	14.96
PEON	hh	2.0000	0.4444	15.15	6.73
				35.53	
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.5300	4.50	2.39
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3500	4.10	1.44
MADERA TORNILLO	p2		3.9300	7.00	27.51
				31.34	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	35.53	1.07
				1.07	

Partida LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15					
Rendimiento	1,600.00 und/DIA			Costo unitario directo por : und	3.91
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	20.76	0.10
OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.83	0.08
PEON	hh	9.0000	0.0450	15.15	0.68
				0.86	
Materiales					
LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	mli		1.0600	2.85	3.02
				3.02	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.86	0.03
				0.03	

Partida LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2					
Rendimiento	250.00 kg/DIA			Costo unitario directo por : kg	4.17
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.76	0.66
PEON	hh	0.5000	0.0160	15.15	0.24
				0.90	
Materiales					
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO I	kg		1.1000	2.85	3.14
				3.14	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	0.90	0.03
CIZALLA MANUAL	hm	1.0000	0.0320	3.00	0.10
				0.13	

Partida ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2					
Rendimiento	12.00 m3/DIA			Costo unitario directo por : m3	404.55
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	20.76	27.68
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	16.83	22.44
PEON	hh	10.0000	6.6667	15.15	101.00
				151.12	
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1000	13.00	1.30
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3610	70.00	25.27
ARENA	m3		0.3180	45.00	14.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6900	21.00	203.49
				244.37	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	151.12	4.53
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.6667	6.79	4.53
				9.06	

Partida ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	18.00 m2/DIA			Costo unitario directo por : m2	115.04
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	20.76	27.68
OFICIAL	hh	4.0000	1.7778	16.83	29.92
PEON	hh	2.0000	0.8889	15.15	13.47
				71.07	
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.8400	4.50	3.78
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3700	4.10	1.52
MADERA TORNILLO	p2		5.2200	7.00	36.54
				41.84	
Equipos					
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		3.0000	71.07	2.13
				2.13	

ANÁLISIS ECONÓMICO N° 5.1: EDIFICIO A - PRESUPUESTO

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.1.1: EDIFICIO A-V.LL - PRESUPUESTO

Presupuesto A.LL					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				48.48
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	156.38	0.31	48.48
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				525.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	156.38	3.36	525.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				35,758.79
03.01	EXCAVACIONES				8,367.11
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	234.57	35.67	8,367.11
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				369.06
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	156.38	2.36	369.06
03.03	RELLENOS				12,620.14
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	93.83	134.50	12,620.14
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				14,402.48
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	293.21	20.81	6,101.70
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	293.21	28.31	8,300.78
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				13,004.56
04.01	SOLADO e=2", C:H 1:2	m2	156.38	42.47	6,641.46
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	156.38	40.69	6,363.10
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				470,642.19
05.01	LOSA DE CIMENTACION				57,636.51
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	93.83	396.82	37,233.62
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,892.78	4.17	20,402.89
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				30,180.46
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	22.16	426.03	9,440.82
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	110.80	79.59	8,818.57
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,858.77	4.17	11,921.07
05.03	PLACAS				39,078.27
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	25.71	491.43	12,634.67
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,220.38	4.17	9,258.98
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	265.81	64.65	17,184.62
05.04	COLUMNAS				115,664.62
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	69.91	435.47	30,443.71
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,917.93	4.17	45,527.77
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	576.60	68.84	39,693.14
05.05	VIGAS				90,914.64
05.05.01	VIGA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	69.25	320.14	22,169.70
05.05.02	VIGA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,427.88	4.17	35,144.26
05.05.03	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	415.49	80.87	33,600.68
05.06	LOSAS ALIGERADAS				117,747.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	62.55	320.83	20,067.92
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	781.90	67.94	53,122.29
05.06.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	6,514.00	3.91	25,469.74
05.06.04	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,577.42	4.17	19,087.84
05.07	ESCALERA				19,419.90
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.92	115.04	8,618.80
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					519,979.46

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.1.2: EDIFICIO A-V.HR - PRESUPUESTO

Presupuesto A.HR					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				48.48
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	156.38	0.31	48.48
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				525.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	156.38	3.36	525.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				35,758.79
03.01	EXCAVACIONES				8,367.11
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	234.57	35.67	8,367.11
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				369.06
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	156.38	2.36	369.06
03.03	RELLENOS				12,620.14
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	93.83	134.50	12,620.14
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				14,402.48
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	293.21	20.81	6,101.70
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	293.21	28.31	8,300.78
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				13,004.56
04.01	SOLADO ø=2", C:H 1:2	m2	156.38	42.47	6,641.46
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	156.38	40.69	6,363.10
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				476,510.82
05.01	LOSA DE CIMENTACION				57,636.51
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	93.83	396.82	37,233.62
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,892.78	4.17	20,402.89
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				30,180.46
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	22.16	426.03	9,440.82
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	110.80	79.59	8,818.57
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,858.77	4.17	11,921.07
05.03	PLACAS				39,078.27
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	25.71	491.43	12,634.67
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,220.38	4.17	9,258.98
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	265.81	64.65	17,184.62
05.04	COLUMNAS				115,664.62
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	69.91	435.47	30,443.71
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,917.93	4.17	45,527.77
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	576.60	68.84	39,693.14
05.05	VIGAS				96,783.27
05.05.01	VIGA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	60.66	391.93	23,774.47
05.05.02	VIGA HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,427.88	4.42	37,251.23
05.05.03	VIGAS - POLIESTIRENO EXPANDIDO	m	306.65	6.69	2,051.49
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	glb	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	415.49	80.87	33,600.68
05.06	LOSAS ALIGERADAS				117,747.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	62.55	320.83	20,067.92
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	781.90	67.94	53,122.29
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,577.42	4.17	19,087.84
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	6,514.00	3.91	25,469.74
05.07	ESCALERA				19,419.90
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.92	115.04	8,618.80
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					525848.09

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.1.3: EDIFICIO A-V.HC - PRESUPUESTO

Presupuesto A.HC					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				48.48
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	156.38	0.31	48.48
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				525.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	156.38	3.36	525.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				35,758.79
03.01	EXCAVACIONES				8,367.11
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	234.57	35.67	8,367.11
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				369.06
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	156.38	2.36	369.06
03.03	RELLENOS				12,620.14
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	93.83	134.50	12,620.14
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				14,402.48
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	293.21	20.81	6,101.70
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	293.21	28.31	8,300.78
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				13,004.56
04.01	SOLADO e=2", C:H 1:2	m2	156.38	42.47	6,641.46
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	156.38	40.69	6,363.10
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				481,231.85
05.01	LOSA DE CIMENTACION				57,636.51
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	93.83	396.82	37,233.62
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,892.78	4.17	20,402.89
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				30,180.46
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	22.16	426.03	9,440.82
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	110.80	79.59	8,818.57
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,858.77	4.17	11,921.07
05.03	PLACAS				39,078.27
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	25.71	491.43	12,634.67
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	2,220.38	4.17	9,258.98
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	265.81	64.65	17,184.62
05.04	COLUMNAS				115,664.62
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	69.91	435.47	30,443.71
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,917.93	4.17	45,527.77
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	576.60	68.84	39,693.14
05.05	VIGAS				101,504.30
05.05.01	VIGA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	65.57	391.93	25,698.85
05.05.02	VIGA HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,427.88	4.42	37,251.23
05.05.03	VIGA - PVC COMPUESTO	m	306.65	15.81	4,848.14
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	glb	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	415.49	80.87	33,600.68
05.06	LOSAS ALIGERADAS				117,747.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	62.55	320.83	20,067.92
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	781.90	67.94	53,122.29
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	4,577.42	4.17	19,087.84
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	6,514.00	3.91	25,469.74
05.07	ESCALERA				19,419.90
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.92	115.04	8,618.80
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					530,569.12

ANÁLISIS ECONÓMICO N° 5.2: EDIFICIO B - PRESUPUESTO

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.2.1: EDIFICIO B-V.LL - PRESUPUESTO

Presupuesto B.LL					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				63.24
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	204.00	0.31	63.24
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				685.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	204.00	3.36	685.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,647.67
03.01	EXCAVACIONES				10,915.02
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	306.00	35.67	10,915.02
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				481.44
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	204.00	2.36	481.44
03.03	RELLENOS				16,462.80
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	122.40	134.50	16,462.80
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				18,788.41
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	382.50	20.81	7,959.83
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	382.50	28.31	10,828.58
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				16,964.64
04.01	SOLADO e=2", C:H 1:2	m2	204.00	42.47	8,663.88
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	204.00	40.69	8,300.76
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				563,938.52
05.01	LOSA DE CIMENTACION				77,826.03
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	122.40	396.82	48,570.77
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,015.65	4.17	29,255.26
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				36,297.80
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	27.93	426.03	11,899.02
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	139.66	79.59	11,115.54
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,185.43	4.17	13,283.24
05.03	PLACAS				35,070.78
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	23.25	491.43	11,425.75
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,873.44	4.17	7,812.24
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	244.90	64.65	15,832.79
05.04	COLUMNAS				127,262.09
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	81.84	435.47	35,638.86
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,555.61	4.17	52,356.89
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	570.40	68.84	39,266.34
05.05	VIGAS				112,470.54
05.05.01	VIGA- CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	87.29	320.14	27,945.02
05.05.02	VIGA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,113.45	4.17	42,173.09
05.05.03	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	523.71	80.87	42,352.43
05.06	LOSAS ALIGERADAS				155,424.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	81.60	320.83	26,179.73
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,020.00	67.94	69,298.80
05.06.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	8,497.00	3.91	33,223.27
05.06.04	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	6,408.39	4.17	26,722.99
05.07	ESCALERA				19,586.49
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	12.15	404.55	4,915.28
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	75.70	115.04	8,708.53
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					628,299.51

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.2.2: EDIFICIO B-V.HR - PRESUPUESTO

Presupuesto B.HR					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				63.24
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	204.00	0.31	63.24
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				685.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	204.00	3.36	685.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,647.67
03.01	EXCAVACIONES				10,915.02
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	306.00	35.67	10,915.02
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				481.44
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	204.00	2.36	481.44
03.03	RELLENOS				16,462.80
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	122.40	134.50	16,462.80
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				18,788.41
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	382.50	20.81	7,959.83
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	382.50	28.31	10,828.58
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				16,964.64
04.01	SOLADO e=2", C/H 1:2	m2	204.00	42.47	8,663.88
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	204.00	40.69	8,300.76
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				571,007.31
05.01	LOSA DE CIMENTACION				77,826.03
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	122.40	396.82	48,570.77
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,015.65	4.17	29,255.26
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				36,297.80
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	27.93	426.03	11,899.02
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	139.66	79.59	11,115.54
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,185.43	4.17	13,283.24
05.03	PLACAS				35,070.78
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	23.25	491.43	11,425.75
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,873.44	4.17	7,812.24
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	244.90	64.65	15,832.79
05.04	COLUMNAS				127,262.09
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	81.84	435.47	35,638.86
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,555.61	4.17	52,356.89
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	570.40	68.84	39,266.34
05.05	VIGAS				119,539.33
05.05.01	VIGA. HUECA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	75.33	391.93	29,524.09
05.05.02	VIGA.HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,113.45	4.42	44,701.45
05.05.03	VIGAS - POLIESTIRENO EXPANDIDO	m	426.90	6.69	2,855.96
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	gib	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	523.71	80.87	42,352.43
05.06	LOSAS ALIGERADAS				155,424.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	81.60	320.83	26,179.73
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,020.00	67.94	69,298.80
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	6,408.39	4.17	26,722.99
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	8,497.00	3.91	33,223.27
05.07	ESCALERA				19,586.49
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO FC = 210 KG/CM2	m3	12.15	404.55	4,915.28
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	75.70	115.04	8,708.53
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					635,368.30

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.2.3: EDIFICIO B-V.HC - PRESUPUESTO

Presupuesto B.HC					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				63.24
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	204.00	0.31	63.24
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				685.44
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	204.00	3.36	685.44
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,647.67
03.01	EXCAVACIONES				10,915.02
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	306.00	35.67	10,915.02
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				481.44
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	204.00	2.36	481.44
03.03	RELLENOS				16,462.80
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/QUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	122.40	134.50	16,462.80
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				18,788.41
03.04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	382.50	20.81	7,959.83
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	382.50	28.31	10,828.58
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				16,964.64
04.01	SOLADO e=2", C:H 1:2	m2	204.00	42.47	8,663.88
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	204.00	40.69	8,300.76
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				574,967.66
05.01	LOSA DE CIMENTACION				77,826.03
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	122.40	396.82	48,570.77
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,015.65	4.17	29,255.26
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				36,297.80
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	27.93	426.03	11,899.02
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	139.66	79.59	11,115.54
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,185.43	4.17	13,283.24
05.03	PLACAS				35,070.78
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	23.25	491.43	11,425.75
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,873.44	4.17	7,812.24
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	244.90	64.65	15,832.79
05.04	COLUMNAS				127,262.09
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	81.84	435.47	35,638.86
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,555.61	4.17	52,356.89
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	570.40	68.84	39,266.34
05.05	VIGAS				123,499.68
05.05.01	VIGA. HUECA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	74.95	391.93	29,375.15
05.05.02	VIGA.HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	10,113.45	4.42	44,701.45
05.05.03	VIGA - PVC COMPUESTO	m	440.56	15.81	6,965.25
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	glb	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	523.71	80.87	42,352.43
05.06	LOSAS ALIGERADAS				155,424.79
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	81.60	320.83	26,179.73
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,020.00	67.94	69,298.80
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	6,408.39	4.17	26,722.99
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	8,497.00	3.91	33,223.27
05.07	ESCALERA				19,586.49
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	12.15	404.55	4,915.28
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	75.70	115.04	8,708.53
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					639,328.65

ANÁLISIS ECONÓMICO N° 5.3: EDIFICIO C - PRESUPUESTO

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.3.1: EDIFICIO C-V.LL - PRESUPUESTO

Presupuesto C.LL					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				76.44
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	246.58	0.31	76.44
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				828.51
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	246.58	3.36	828.51
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				56,384.62
03.01	EXCAVACIONES				13,193.26
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	369.87	35.67	13,193.26
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				581.93
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	246.58	2.36	581.93
03.03	RELLENOS				19,899.28
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	147.95	134.50	19,899.28
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				22,710.15
03.04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	462.34	20.81	9,621.30
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	462.34	28.31	13,088.85
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				29,284.86
04.01	SOLADO e=2", C/H 1:2	m2	246.58	42.47	10,472.25
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	462.34	40.69	18,812.61
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				722,777.36
05.01	LOSAS DE CIMENTACION				95,327.50
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	147.95	396.82	58,709.52
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,781.29	4.17	36,617.98
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				40,801.91
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	31.02	426.03	13,215.45
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	155.09	79.59	12,343.61
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,655.36	4.17	15,242.85
05.03	PLACAS				134,816.39
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	98.62	491.43	48,644.83
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,577.50	4.17	31,598.18
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	846.92	64.65	54,753.38
05.04	COLUMNAS				117,820.90
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	75.02	435.47	32,668.96
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	11,413.15	4.17	47,592.84
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	545.60	68.84	37,559.10
05.05	VIGAS				128,846.97
05.05.01	VIGA- CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	96.93	320.14	31,031.17
05.05.02	VIGA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,178.28	4.17	50,783.43
05.05.03	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	581.58	80.87	47,032.37
05.06	LOSAS ALIGERADAS				185,754.15
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	98.63	320.83	31,643.46
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,232.91	67.94	83,763.91
05.06.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	10,271.00	3.91	40,159.61
05.06.04	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,239.13	4.17	30,187.17
05.07	ESCALERA				19,409.54
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.83	115.04	8,608.44
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					809,351.79

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.3.2: EDIFICIO C-V.HR - PRESUPUESTO

Presupuesto C.HR					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				76.44
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	246.58	0.31	76.44
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				828.51
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	246.58	3.36	828.51
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				56,384.62
03.01	EXCAVACIONES				13,193.26
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	369.87	35.67	13,193.26
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				581.93
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	246.58	2.36	581.93
03.03	RELLENOS				19,899.28
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	147.95	134.50	19,899.28
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				22,710.15
03.04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	462.34	20.81	9,621.30
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	462.34	28.31	13,088.85
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				29,284.86
04.01	SOLADO e=2", C.H 1/2	m2	246.58	42.47	10,472.25
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m2	462.34	40.69	18,812.61
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				730,783.03
05.01	LOSA DE CIMENTACION				95,327.50
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	147.95	396.82	58,709.52
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,781.29	4.17	36,617.98
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				40,801.91
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO F'C=280 KG/CM2	m3	31.02	426.03	13,215.45
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	155.09	79.59	12,343.61
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,655.36	4.17	15,242.85
05.03	PLACAS				134,816.39
05.03.01	PLACA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	98.62	491.43	48,464.83
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,577.50	4.17	31,598.18
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	846.92	64.65	54,753.38
05.04	COLUMNAS				117,820.90
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	75.02	435.47	32,668.96
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	11,413.15	4.17	47,592.84
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	545.60	68.84	37,559.10
05.05	VIGAS				136,852.64
05.05.01	VIGA. HUECA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	83.18	391.93	32,600.74
05.05.02	VIGA.HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,178.28	4.42	53,828.00
05.05.03	VIGAS - POLIESTIRENO EXPANDIDO	m	491.20	6.69	3,286.13
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	glb	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	581.58	80.87	47,032.37
05.06	LOSAS ALIGERADAS				185,754.15
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	98.63	320.83	31,643.46
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,232.91	67.94	83,763.91
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,239.13	4.17	30,187.17
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	10,271.00	3.91	40,159.61
05.07	ESCALERA				19,409.54
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.83	115.04	8,608.44
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					817,357.46

ANÁLISIS ECONÓMICO N°5.3.3: EDIFICIO C-V.HC - PRESUPUESTO

Presupuesto C.HC					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				76.44
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	246.58	0.31	76.44
02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				828.51
02.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	246.58	3.36	828.51
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				56,384.62
03.01	EXCAVACIONES				13,193.26
03.01.01	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA PARA PLATEA DE CIMENTACIÓN	m3	369.87	35.67	13,193.26
03.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				581.93
03.02.01	PERFILADO Y COMPACTADO EN PLATEA	m2	246.58	2.36	581.93
03.03	RELLENOS				19,899.28
03.03.01	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO CON MATERIAL DE PRESTAMO TIPO AFIRMADO	m3	147.95	134.50	19,899.28
03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL DESMONTE				22,710.15
03.04.01	ACARREO DE MATERIL EXCEDENTE	m3	462.34	20.81	9,621.30
03.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D MAX=25 KM	m3	462.34	28.31	13,088.85
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				29,284.86
04.01	SOLADO e=2", C/H 1:2	m2	246.58	42.47	10,472.25
04.02	FALSO PISO E=4", CONCRETO FC=140 KG/CM2	m2	462.34	40.69	18,812.61
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				738,343.34
05.01	LOSA DE CIMENTACION				95,327.50
05.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO FC=280 KG/CM2	m3	147.95	396.82	58,709.52
05.01.02	LOSA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	8,781.29	4.17	36,617.98
05.02	VIGAS DE CIMENTACION				40,801.91
05.02.01	VIGA DE CIMENTACIÓN - CONCRETO FC=280 KG/CM2	m3	31.02	426.03	13,215.45
05.02.02	VIGA DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	155.09	79.59	12,343.61
05.02.03	VIGA DE CIMENTACIÓN - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	3,655.36	4.17	15,242.85
05.03	PLACAS				134,816.39
05.03.01	PLACA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	98.62	491.43	48,464.83
05.03.02	PLACA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,577.50	4.17	31,598.18
05.03.03	PLACA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	846.92	64.65	54,753.38
05.04	COLUMNAS				117,820.90
05.04.01	COLUMNA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	75.02	435.47	32,668.96
05.04.02	COLUMNA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	11,413.15	4.17	47,592.84
05.04.03	COLUMNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	545.60	68.84	37,559.10
05.05	VIGAS				144,412.95
05.05.01	VIGA. HUECA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	91.04	391.93	35,681.31
05.05.02	VIGA.HUECA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	12,178.28	4.42	53,828.00
05.05.03	VIGA - PVC COMPUESTO	m	491.20	15.81	7,765.87
05.05.04	VIGA - PVC 1/2"	glb	1.00	105.40	105.40
05.05.05	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	581.58	80.87	47,032.37
05.06	LOSAS ALIGERADAS				185,754.15
05.06.01	LOSA ALIGERADA - CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	98.63	320.83	31,643.46
05.06.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,232.91	67.94	83,763.91
05.06.03	LOSA ALIGERADA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	7,239.13	4.17	30,187.17
05.06.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO 30x30x15	und	10,271.00	3.91	40,159.61
05.07	ESCALERA				19,409.54
05.07.01	ESCALERAS - CONCRETO FC = 210 KG/CM2	m3	11.96	404.55	4,838.42
05.07.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	74.83	115.04	8,608.44
05.07.03	ESCALERA - ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	kg	1,429.90	4.17	5,962.68
COSTO DIRECTO					824917.77

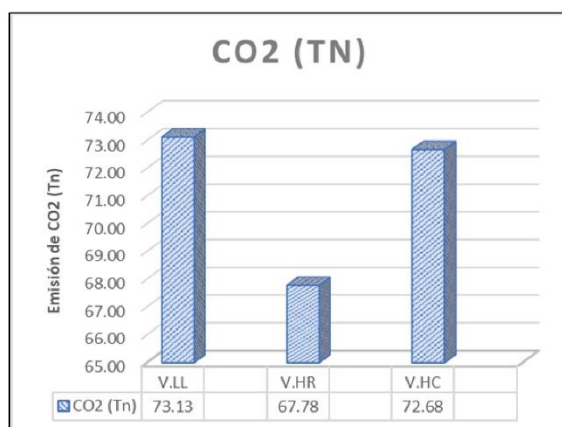
ANEXO N°06: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL N° 6.1: EDIFICIO A

EDIFICIO: A - V.LL					
Emisión de CO2:				73.13	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	69.25	0.44	73.13
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: A - V.HR					
Emisión de CO2:				67.78	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	60.66	0.44	64.06
EPS	m	4.60	306.65	2.64	3.72
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: A - V.HC					
Emisión de CO2:				72.68	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	64.83	0.44	68.46
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	306.65	2.37	4.22

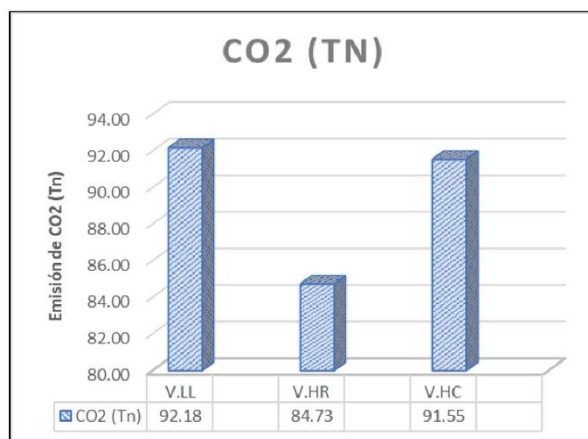


ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL N° 6.2: EDIFICIO B

EDIFICIO: B - V.LL					
			Emisión de CO2:	92.18	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	87.29	0.44	92.18
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: B - V.HR					
			Emisión de CO2:	84.73	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	75.33	0.44	79.55
EPS	m	4.60	426.90	2.64	5.18
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: B - V.HC					
			Emisión de CO2:	91.55	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	81.14	0.44	85.68
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	426.90	2.37	5.87

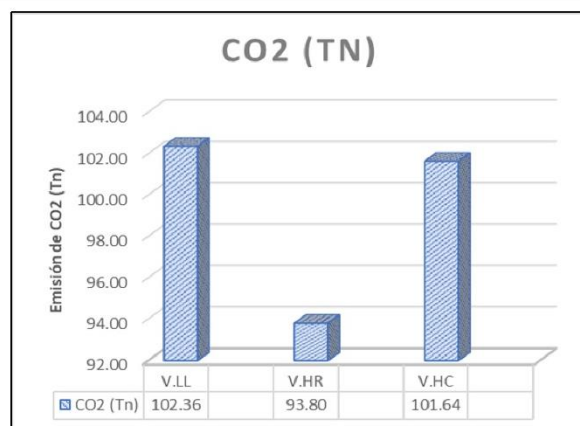


ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL N° 6.3: EDIFICIO C

EDIFICIO: C - V.LL					
Emisión de CO2:				102.36	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	96.93	0.44	102.36
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: C - V.HR					
Emisión de CO2:				93.80	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	83.18	0.44	87.84
EPS	m	4.60	491.20	2.64	5.97
PVC	m3	5.80	0.00	2.37	0.00

EDIFICIO: C - V.HC					
Emisión de CO2:				101.64	Tn CO2
Descripción Recurso	Unidad	P.E (Kg)	Cantidad	H.C (Kg CO2)	Parcial CO2 (Tn)
CONCRETO	m3	2,400.00	89.86	0.44	94.89
EPS	m	4.60	0.00	0.00	0.00
PVC	m3	5.80	491.20	2.37	6.75



ANEXO N°07: PLANOS

PLANOS N° 7.1: EDIFICIO A

PLANOS N° 7.2: EDIFICIO B

PLANOS N° 7.3: EDIFICIO C